



ANALES

del

Colegio Oficial de Veterinarios de la Provincia de Barcelona



Año XXV - N.º 290

Agosto 1963

Avda. República Argentina, 25 - Tel. 217 - 08 - 15

BARCELONA (6)



SULMETAZOO*
SULFADIMETILPIRIMIDINA SODICA

SOLUCION INYECTABLE AL 25 %

Marca Registrada



ANALES del Colegio Oficial de Veterinarios de la Provincia de Barcelona

Avenida de la República Argentina, 25 - Teléfono 217 08 15

Año XXV - N.º 290

Depósito legal B. 8240—1958

Agosto 1968

Aguas revueltas

Persiste al redactar estas líneas la difícil situación motivada por la publicación del Decreto 999 de 11 de mayo del Ministerio de la Gobernación y que dio lugar a una unánime protesta de la profesión Veterinaria al considerar que mermaba gravemente lo que constituye desde hace muchos lustros su patrimonio profesional.

Los días 27 y 28 de mayo tuvo lugar en Madrid una Asamblea Nacional de Presidentes de Colegios Oficiales Veterinarios, en la que se acordó por unanimidad poner los cargos a disposición de la Superioridad, realizar las adecuadas y necesarias gestiones para conseguir la anulación de cuanto establecía aquella disposición en perjuicio de la profesión y sin antecedentes legislativos de rango igual o superior y celebrar una nueva Asamblea posterior para considerar los resultados de aquellas gestiones.

Esta Asamblea se celebró en Madrid los días 8 y 9 de julio, en la que se dio cuenta de la presentación del oportuno recurso de reposición ante el Consejo de Ministros contra el citado Decreto 999, cuya copia está en la Secretaría de nuestro Colegio a disposición de cuantos compañeros deseen conocer su contenido.

Asimismo se debatió larga y detalladamente sobre las gestiones realizadas y el camino a seguir. En el contraste de pareceres libremente expuestos se llegó, después de unas dilatadas sesiones de deliberación, al acuerdo de considerar fundamental a continuación de las gestiones oficiales al máximo ritmo, reiterándose unas y ampliándose otras, coincidiendo en líneas generales las normas adoptadas, con las expuestas por los compañeros de la provincia de Barcelona en la reunión que, a este exclusivo objeto se celebró en el Colegio el día 4

de julio en la cual se acordó que la línea de actuación intensa, estaba más indicada que la del abandono inmediato, ya que toda gestión requiere un previo tiempo de desarrollo para apreciar su efectividad o nulidad en el orden administrativo.

Sabemos que las gestiones y audiencias continúan llevándose a buen ritmo durante estas semanas de verano, si bien no ha llegado hasta la provincia el eco de dos de los doce puntos o normas aprobadas, como era la intensificación de la difusión pública, por los medios correspondientes, sobre la situación creada, de su anormalidad y sus posibles graves consecuencias.

No se han agotado los trámites oficiales a seguir para que el Decreto 999 sea modificado en cuanto lesiona a la profesión en competencias clara y rotundamente establecidas por disposiciones cuya base se remonta al siglo pasado. Precisamente por ser tan inexplicable, extraña y fuera de lógica la situación creada estamos convencidos de que la solución legislativa, con la correspondiente restitución de funciones y competencias, será un hecho real en breve. No puede ser de otra manera. ¡A la Veterinaria lo que es de la Veterinaria! Con todos los antecedentes legales existentes, con la fe, la tenacidad y la energía que da el tener la razón y la verdad de nuestra parte, gracias a lo cual las gestiones, entrevistas, peticiones pueden desarrollarse hasta el más alto nivel, creemos firmemente en que se restablecerá el debido respeto al patrimonio profesional y quedará solamente el doloroso e hiriente recuerdo del desdichado número 999 y cuanto representaba para nuestro futuro.

La Veterinaria es, representa y vale mucho más de lo que algunos creen. Nos queda el querer y el saber demostrarlo con unidad en la actuación, superación individual y propósito de realidades tangibles, líneas directrices de todo trabajo de equipo, que es lo que verdaderamente somos y formamos, piezas y unidades de un todo, cuya conjunción es indispensable para nuestro real y verdadero progreso.

JOSÉ SÉCULI BRILLAS.
Presidente.

El doctor Ramón Turró

La prestigiosa revista semanal «Destino» en su número 1.606, del 13 de julio pasado dedica, con amplias fotografías, cuatro páginas a la memoria de la más vigorosa y destacada personalidad científica extra-profesional que ha tenido la veterinaria española: Don Ramón Turró i Darder (e. p. d.), trabajo que nos complacemos en reproducir a continuación:

«LOS TRABAJOS Y LOS DIAS DE UN CATALAN DE FIBRA EL DOCTOR RAMON TURRO

MALGRAT Y EL DOCTOR TURRÓ

La villa de Malgrat —una de las más bellas poblaciones de la Alta Maresma, rodeada de un amplísimo «hinterland» de tierras llanas, que le dan profundidad y carácter— tiene una calle larga, recta como el cañón de una escopeta, de paradójico nombre. Los avatares de nuestra historia le han ido proporcionando una variada nomenclatura. Pero para las gentes del pueblo ha sido siempre «el carrer de Mar», pese a no correr paralelamente a la playa, como podría suponerse. En realidad es perpendicular a las azules aguas del Mare Nostrum, hacia las que se dirige arrancando de la misma entraña de la villa. Alguien ha escrito, no sin cierta agudeza, que Malgrat es un pueblo de tierra adentro colocado al borde del mar, casi de espaldas al mismo.

A la mitad de su curso, como el afluente de un río, la calle de Mar entronca con otra vía transversal, que en los días festivos y en la época veraniega se nos presenta repleta de transeúntes. Me refiero a la calle del Doctor Turró, igualmente recta. En la confluencia de ambas se levanta la acreditadísima y lujosa Pastelería Vives, casa solariega de la estirpe de los Turró. Allí nació, un frío nueve de diciembre del año 1854, el que había de ser gran bacteriólogo y extraordinario pensador, Ramon Turró i Darder.

Entre Malgrat y su hijo ilustre debió de producirse —en algún momento ya borrado por las brumas del tiempo— una especie de colisión. Nadie sabe exactamente si fue un choque estrepitoso o una lenta erosión, causada por innumerables pequeños roces. Lo cierto es que a muchas personas de su «entourage», ya siendo famoso, el doctor Turró

les dijo que había nacido en Gerona. En el año 1926, su discípulo Leandro Cervera publicó un estupendo trabajo monográfico sobre el maestro, en «Quaderns blaus», de la «Llibreria Catalònia». Y afirmó rotundamente lo de Gerona, apoyándose, sin duda alguna, en las propias afirmaciones del filósofo. Al morir éste, en junio de 1926, la prensa barcelonesa abundó en la errónea especie. Un malgratense benemérito, mossén Félix Paradedá, reivindicó acaloradamente, a través de las páginas de «El Correo Catalán», la verdadera naturaleza de Turró, reproduciendo la partida de nacimiento, existente en la Casa rectoral de Malgrat. Don Leandro Cervera vino al pueblo, anduvo hasta la rectoría y contempló, pasmado, el documento: «¿Cómo es posible —exclamó— que él siempre dijera que había nacido en Gerona?».

La anécdota que vamos a contar es absolutamente cierta y desde luego inédita: Cuando el doctor Turró, ya en el pináculo de su gloria, vivía en la barcelonesa calle del Notariado, dos malgratenses interesados en las cosas de la cultura le visitaron, invitándole a dar una conferencia en su villa natal. Eran el doctor Armendares y el padre del que escribe estas líneas. Turró se levantó de su sillón, arrugó un poco la amplia frente, les puso las manos sobre los hombros, y exclamó: «Gràcies per la vostra atenció, amics meus... Però de Malgrat, ni parlar-ne...».

Evidentemente, el autor de «Origens del Coneixement» estaba dolido en alguna fibra íntima. Bien dice el aforismo que nadie es profeta en su tierra. Hubo cierta incomprensión entre Turró y sus coterráneos. Acaso nacida en los días de la apasionada juventud. Hay que tener en cuenta que el filósofo, para su época, fue un liberal extremado. Pudieron existir también circunstancias familiares. Quién sabe.

José Pla, con su aguda visión, tuvo un barrunto del problema, introduciendo en él el acerado estilete de su ironía. En su memorable «Viaje en autobús» —que data ya de 1942—, dedicó un jocoso capítulo a Malgrat. Con su estilo inimitable nos cuenta su entrada en la confitería «Vives», para regalarsé con los sabrosos «panellets» de extendida fama. Allí, y posteriormente en el local de «La Barretina», inquirió sobre el recuerdo del sabio. El diálogo con el conserje es regocijante: «¿Qué se decía del doctor», preguntó José Pla. Y la respuesta surge espontánea y fresca: «Unos decían que era muy sabio y otros que lo era menos. En realidad todo giraba alrededor de mossén Benet, que era un santo, y de otro hermano, que también era cura y tuvo, a consecuencia de una enfermedad medular, que ser recluido...».

Al día siguiente, José Pla acudió a ver a la anciana doña Adela, sobrina carnal de don Ramón Turró. No me resisto a transcribir algunas frases sueltas de la entrevista, tal como José Pla nos lo relata:

«—¡Estoy tranquila! —dijo la anciana con rapidez inusitada—. ¡Estoy absolutamente tranquila! Antes de morir fue visitado por el

padre Píujula y por el padre Miguel de Esplugas. Ramón está en el cielo. ¡Estoy tranquila!

«—Yo también, señora. Yo también estoy absolutamente tranquilo. Pero no se trata ahora de eso. Yo desearía que usted me contara sus recuerdos del doctor Turró...».

«—Ramón era el más joven de sus nueve hermanos. Su gran amigo de la primera juventud fue Joaquín Ruyra, de Blanes, que usted habrá oído nombrar... Ruyra venía a menudo a la confitería... Ruyra, de joven, pensaba de manera muy distinta de como pensó después... Lo único que no cambió en Ruyra fue llevar la americana llena de caspa... Ruyra y Turró hacían de la noche día... Decían que estudiaban, pero yo les oía hablar constantemente... Luego Ramón se marchó a Madrid... A Malgrat le tenía ojeriza. Vino en alguna ocasión, para asistir al entierro de sus hermanos. Cuando vino al entierro de mossén Benet lloró mucho...».

No cabe duda, en efecto, de que entre el gran pensador y su pueblo natal existieron diferencias y malentendidos. El resquemor era recíproco. Mossén Félix Paradedá, que combatió siempre para dejar sentado que Turró era hijo de Malgrat, no lo menciona, entre los hijos ilustres de la localidad, en su curiosa obra «La vila de Malgrat i sos contorns»...

Pero estamos convencidos de que bajo esta actitud de hombre agraviado, Turró sentía un afecto profundo por su pueblo. Sería prolijo y fatigoso enumerar los detalles que lo patentizan: algunos párrafos de sus cartas —Turró era tan apasionado en su correspondencia, como frío y objetivo en sus obras—, ciertos episodios de su vida, las postreras conversaciones con los familiares en el retiro de Sant Fost... Los malgratenses, por lo menos, lo creemos así.

LA TURBULENTE ÉPOCA DE ESTUDIANTE

Grandes ingenios han afirmado que la influencia que un hombre recibe en sus primeros años es indeleble. Ramón Turró i Darder hizo sus primeras letras a la orilla del plácido Mediterráneo. Estudios primarios en Malgrat y dos años de latín en Calella, con los Padres Escolapios. La serenidad y la diafanidad de La Maresma debieron quedarle impresas para siempre en el alma. A los diez años marchó a Gerona, a cursar el Bachillerato. Sus hermanos de más edad, Benet y Salvador, estaban en el Seminario, y fueron sus guías y sus protectores.

Poco duró, sin embargo, esta tutela. A los quince años Turró marcha a Barcelona, para cursar Medicina en la vieja Facultad de la calle del Carmen. Su destino le impulsa hacia otros ambientes y hacia mayores inquietudes.

Los biógrafos de nuestro personaje ignoran a qué se debió que, inmediatamente después de acabar el segundo curso de dicha carrera,

abandonara de golpe los libros y la vocación científica, y acudiera a enrolarse en una partida o compañía de liberales —los llamados «peseteros»— para luchar, arma al brazo, contra el carlismo. Influyó probablemente en ello la muerte de su madre, que le produjo un choque moral tremendo. Acaso coadyuvaron a tan romántica decisión ciertos disgustos de tipo familiar; o simplemente la vehemencia de su temperamento, espoleado por el estallido de la Guerra Civil.

Poco sabemos de la vida militar de Turró. Su unidad fue totalmente derrotada en una movida acción, y nuestro héroe salvó la vida por muy poco. Su discípulo Cervera afirma que la partida de Turró, mandada por un aficionado, obtuvo brillantes victorias. Pero un buen día tomó el mando un táctico de cierto renombre y se produjo el desastre. Turró pudo salvarse echándose al agua y nadando a placer. Los malgratenses son buenos nadadores.

La reanudación de la interrumpida carrera de Medicina coincide —estamos en 1871— con la proclamación de la Primera República. Turró vuelve a Barcelona y estudia con ahínco. Su inteligencia y sus dotes comienzan a hacerse notar. Pero también su terquedad y su carácter de una pieza. En el mismo umbral de la Licenciatura, indignado por la forma en que se producían los exámenes de Medicina Legal, se niega a aprobar esta asignatura y tira por la borda, sin un momento de vacilación, la deseada carrera de médico. Es un rasgo extraordinario, que nos define al hombre.

Sin solución de continuidad, con la decisión y el valor que ponía en todas sus cosas, Turró i Darder se matricula en la Facultad de Filosofía y Letras y, a marchas forzadas consigue dar fin a esta carrera. Son muchas noches de turbio en turbio, adentrándose por los vericuetos de la Filosofía, a la que ya habían comenzado a inclinarle los Escolapios de Calella. Y una vez conseguido el título, marcha a Madrid. La capital ejerce un poderoso atractivo sobre él. Piensa en el periodismo y siente la vocación de escritor y polemista.

El primer puerto de refugio que encuentra Turró en Madrid es el «Progreso», dirigido por el señor Comenge, donde entra como redactor. Sin embargo, de momento, las tareas científicas vuelven a impulsarle. Hace sus pinitos con un libro de versos; bastante flojos, vaya la verdad por delante. Pero comienza a sonar su nombre al publicar, en forma de artículos en las revistas «La Independencia Médica» y «Revista de Medicina y Cirugía Práctica», su estupenda «Memoria sobre la circulación de la sangre». «Aquellos artículos —ha escrito un discípulo de Turró— estaban escritos en un lenguaje ceñido y cortante, rebosaban de sentido crítico, y manifestaban ideas nuevas, apoyadas en observaciones de tipo experimental».

Como suele suceder, esta Memoria causó más sensación en el extranjero que en la Península. Traducida al francés, el profesor Marey

—cuyas teorías atacaba Turró con ahínco— felicitó a nuestro sabio y le animó a seguir por el arduo camino de la investigación.

TURRÓ Y LETAMENDI

En esta época de estancia en Madrid se produce una de las famosas controversias que dieron ancha fama a Turró i Darder, y que yudaron a crear su leyenda de hombre duro y combativo. En la inauguración del «Círculo Médico Reformista», el famoso doctor Letamendi atacó duramente a Claudio Bernard, sentando su célebre «fórmula de la vida». A Ramón Turró le bustaban muy poco las fórmulas y los enca-sillamientos; y por otra parte, sentía gran inclinación hacia la escuela experimental de Bernard. Sin perder un momento, ni calcular su riesgo, arrebetió contra Letamendi, utilizando un claro lenguaje, en tres for-midables artículos que le publicó «El Siglo Médico». Sería esta la pri-mera de las numerosas polémicas que mantuvo a lo largo de su agitada vida.

En aquellos días y en nuestro país, la investigación seria andaba de capa caída. Como ha dicho un notable biógrafo de Turró, el verba-lismo y los juegos de palabras imperaban en los medios científicos. El doctor Letamendi era un hombre brillantísimo, que entendía de poesía, de matemáticas, de astronomía, de pintura y de muchas cosas más. A su cátedra acudía el gran público para oírle plantear la celebérrima «fórmula de la vida». «¿No es el hombre un ser corpóreo? —exclama-ba Letamendi—. ¿No es nuestro cuerpo una unidad indivisible? ¿No es la vida el acto de este cuerpo? ¿No es dicho acto la resultante dinámica de su energía individual, sin la cual no vive, y de las energías cósmicas, sin el concurso de las cuales muere? ¿No nos conduce todo esto, en buena mecánica racional, siendo I la energía del individuo, C la del cosmos, y V la resultante vida a planear la actuación $V=f(I\ C)$?»...

Lo más curioso del caso es que los tres artículos aparecidos en «El Siglo Médico», firmados por «R. Turró», estaban tan bien contruídos y eran de tal fibra, que el doctor Letamendi y sus adeptos creyeron que se trataba de un ataque de alguna elevadísima personalidad del mundo científico, que se escudaba tras de un seudónimo.

Naturalmente, a nuestro Turró lo del seudónimo le hizo escasísima gracia. Estaba ya a punto de proclamar su paternidad cuando un buen amigo, más conocedor del mundo, le dijo: «No seas incauto. Si decla-ras que «R. Turró» eres tú, los artículos perderán un ochenta por ciento de interés. Déjalos que supongan que se trata de alguien que no quiere dar la cara. Conozco mucho más que tú la psicología humana».

Pero en aquellos días, el talento de Turró i Darder recibe un es-paldarazo. Buenas noticias llegan de Barcelona. Estamos en el año 1883 y el doctor don Jaime Pi i Sunyer acaba de ganar la cátedra de Pato-

logía General de aquella Universidad. En sus ejercicios ha citado y defendido abiertamente la importante teoría del sabio de Malgrat sobre la circulación vascular. Turró corre a Barcelona y es nombrado ayudante de la cátedra, para los trabajos prácticos. Es habilitada una desvencijada dependencia, en la azotea de la vieja Facultad de Medicina, y Turró tiene ya —por fin— algo parecido a un laboratorio. Largas horas le transcurrirán allí, efectuando experimentos bacteriológicos, estudiando las fermentaciones y analizando esputos. El muno andava revuelto por el famoso descubrimiento del bacilo de la tuberculosis, llevado a cabo por Kock. Numerosísimos enfermos de las vías respiratorias acudieron a los altos de la vieja Facultad, para que Turró i Darder echara un vistazo a sus esputos.

Como una nueva paradoja en la inquieta vida de Ramón Turró, un nuevo zigzag de su trayectoria, en estos tiempos se lanza a una peregrina actividad. Quiere ser financiero. Quiere ganar dinero rápidamente. Compra y vende en la Bolsa y hasta llega a entender algo en el complicado tejemaneje de las alzas y las bajas. Con uno de sus numerosos hermanos, Jaime, que había llegado de América, consigue algunas ganancias sustanciosas. Pero pronto topa de bruces con la dura realidad. Unas cuantas coyunturas adversas le vuelven a dejar sin un céntimo y Turró vuelve a encerrarse, esta vez a piedra y lodo, en su paupérrimo laboratorio.

EL LABORATORIO DEL PARQUE. TURRÓ Y FERRÁN

El temperamento inquieto y polemista de Turró i Darder le había granjeado bastantes enemigos, pero su franqueza, su honestidad y su talento le habían deparado, en compensación, legiones de amigos fervientes. El profesor Pi i Sunyer había manifestado públicamente, en multiples ocasiones, que el sitio digno de Turró era una cátedra, y no aquella oscura covachuela que él llamaba «laboratorio. Pero era preciso convencerle de que aprobara la Medicina Legal y obtuviera la Licenciatura. Vano empeño. Turró odiaba todo lo que oliera a ciencia oficial y no quería transigir.

Por aquellos días se hablaba de la creación del Cuerpo Médico Municipal. Los ediles doctores Robert y Mascaró, amigos de nuestro personaje, querían darle el nombramiento, pero la dichosa Medicina Legal constituía un obstáculo infranqueable. Por fin, esforzándose todos, consiguieron hallar una fórmula intermedia, una especie de compromiso que no quebraría los principios tan tenazmente defendidos por el interesado. Turró no se licenciaria en Medicina, pero sí en Veterinaria, con cuyo título podría ingresar en el Laboratorio Municipal. Pero no se crea que la cosa careció de dificultades. Al contrario, fue empresa ardua.

Por fin Turró accedió a trasladarse a Santiago de Compostela, para examinarse de todas las asignaturas de la Facultad de Veterinaria, gesta que llevó a cabo en tres meses y dos convocatorias. Leandro Cervera nos cuenta que incluso opuso argumentos de tipo climatológico. Arguyó que sufría escasez de ropa de abrigo y que había oído decir que Galicia era país en extremo húmedo y frío. No obstante, el profesor Pi i Sunyer no se dejó convencer, le regaló una camiseta de lana y le acompañó a la estación, hasta cerciorarse de que, en efecto, tomaba el tren.

De regreso de Santiago, armado ya con su flamante Licenciatura, Turró y Darder pasó a formar parte del personal del Laboratorio Municipal, bajo la dirección del doctor Jaime Ferrán. Conviene decir que el exacto sueldo de nuestro hombre, en aquel empleo, era el de quince duros, tres pesetas y cuatro cuartos. Mensualmente, se entiende.

Negros nubarrones se cernían sobre el Laboratorio Municipal. Las diferencias de temperamento entre Ferrán y Turró eran tales que toda labor en común, toda convivencia, se hacía difícil. Ideológicamente se mantenían también en campos opuestos. La tempestad estalló y Turró se vio obligado a abandonar su puesto. Pero la Academia de Ciencias Médicas de Cataluña, presidida por el doctor Fargas, y presionada por el profesor Pi i Sunyer, encargó al gran malgratense la organización de un laboratorio bacteriológico. El estipendio anual que le asignaron fue de setecientas cincuenta pesetas, que Turró invirtió casi completamente en comprar aparatos y enseres.

Por aquellos días, Barcelona sufrió un brote de peste bubónica. Turró se dio cuenta, inmediatamente, de la gravedad del hecho. Pero movido por su amor a la ciudad, aconsejó que se tomaran las medidas oportunas en el mayor silencio. Una escuadra británica visitaba a la sazón nuestro puerto y no convenía encender la alarma. Prefirió renunciar a una fácil notoriedad en aras de los intereses ciudadanos.

El peso específico de la personalidad científica de Turró i Darder, la creciente estima de que gozaba en todos los medios, inclinaron pronto la balanza. Ferrán fue separado de la dirección del Laboratorio Municipal y Turró pasó a ocupar su puesto. Son los días de la plenitud creadora de nuestro personaje. Los estudiosos se agolpaban a su alrededor. No tenía prejuicios de clase alguna. «La única condición que impongo a mis colaboradores —solía decir con su cazurrería mediterránea— es que no se lleven los microscopios».

Pero lo memorable de aquellas jornadas de trabajo intenso eran las tertulias, en el mismo Laboratorio, al caer la tarde. Allí Turró se expresaba a sus anchas, charlando de lo divino y lo humano, e intercalando en su verbórrica vigorosos tacos. Tenía una enorme facilidad para lanzar insultos —algunos de ellos ingeniosísimos— contra las ideas o las personas con las que no comulgaba. Los contertulios pasaban un buen rato, y hasta reían destempladamente.

EL TIFUS DE 1914

En el Laboratorio Municipal del Parque, bajo la égida de Turró se consiguieron grandes realizaciones y se llevaron a cabo grandes tareas científicas importantísimas. Médicos, bacteriólogos, biólogos, fisiólogos, químicos, etc., pasan por allí. La escuela de Barcelona va ganando prestigio a lo ancho del mundo. Entre aquellas paredes nació la Sociedad de Biología de la Ciudad Condal.

En el año 1914, en los umbrales de la primera guerra mundial, se produce una coyuntura que habría de dar a Turró i Darder una popularidad inaudita. Aquí, apoyándose en su carácter de hombre honesto y entero, la curva de su vida se eleva y le sitúa en la categoría moral y científica de un Pasteur. Una terrible epidemia de fiebre tifoidea invadió Barcelona. La clase médica se dividía en múltiples opiniones y la desorientación era general. Friamente, Turró y sus discípulos estudian el flagelo. Luego, súbitamente, por sobre el rumor de las polémicas, se levantó la voz serena del maestro: «Las aguas de Moncada y del acueducto del Vallés están contaminadas. Conviene cerrarlas inmediatamente. Los exámenes bacteriológicos que hemos realizado no nos dejan lugar a dudas».

Naturalmente, los intereses creados, como siempre sucede, reaccionaron airadamente. Una terrible campaña de difamación y de calumnia se abatió sobre el sabio de Malgrat. Nutridas comisiones de orondos personajes —movidos como es lógico, por el sacrosanto amor al dinero— se dirigieron a las autoridades exigiendo la dimisión de Turró. Se echó mano de toda clase de golpes bajos para amedrantarle y hacerle callar. La masa ignorante se dejaba manejar a placer. Pero el terco bacteriólogo se mantenía en sus trece. Y, entretanto, al margen de las vacilaciones y de las polémicas, el bacilo del tifus enviaba cada día al otro mundo un buen puñado de ciudadanos. Finalmente, el Municipio aterroizado optó por seguir el consejo de Ramón Turró. La epidemia comenzó a decrecer y rápidamente fue vencida. Entonces el pueblo se sintió ganado por la gratitud y elevó a Turró sobre el pavés de una popularidad fenomenal. Gentes de toda condición acudían enfervorizadas al Laboratorio del Parque. El día 11 de diciembre Turró publicó en las páginas de «La Publicidad» su famoso artículo «En defensa propia».

Pasan los años, las fuerzas físicas y espíritu luchador de Turró van decreciendo paulatinamente, su obra escrita es ya muy copiosa. Y sobre sus espaldas de hombre trabajador y modesto se acumula el peso de los honores y de las distinciones. Es presidente del Colegio Oficial Veterinario, de la Academia de Ciencias Médicas de Cataluña, de la Sociedad de Biología de Barcelona, vicepresidente de la Real Academia de Medicina de dicha ciudad, miembro de la Sociedad de Biología de París, de la Academia de Medicina de Buenos Aires, etc., etc.

En el año 1924 el Ayuntamiento de Barcelona jubila a Ramón Turró i Darder. Su retiro predilecto será Sant Fost, donde había pasado muchos veranos de su agitada vida. Según su discípulo Cervera, Turró vivió allí rodeado del afecto de las gentes humildes. Vestía como los labriegos y con ellos dejaba transcurrir sus horas. Parecía —es frase del doctor Cervera— una especie de Tolstoi. Personajes ilustres de la ciencia europea pasan por su retiro, para saludarle.

Don Miguel de Unamuno visitó a Turró en aquel pueblecito. Le acompañaban los doctores Pi i Sunyer y Bellido y el gran novelista Gabriel Miró. A la pluma del doctor Bellido debemos una magnífica relación de aquel viaje y de sus pormenores. Parece ser que, hasta llegar a Sant Fost, Unamuno habló incansablemente. Sus acompañantes se limitaban a asentir con inclinación de cabeza. Pero al llegar al pueblo cambiaron los papeles. Turró comenzó a disertar, como en los buenos tiempos de las tertulias del Laboratorio del Parque. Unamuno, que sentía gran afecto por el sabio de Malgrat, se sacrificó hasta el punto de convertirse en oyente.

Quien sufrió una tremenda decepción fue el secretario del pueblo, que esperaba con ansia la autorizada charla del gran don Miguel, y no la de don Ramón, al que ya había escuchado cotidianamente durante varios años.

EL FILÓSOFO. — «ORIGENS DEL CONEIXEMENT»

José Pla ha escrito, acertadamente que en el doctor Turró se concentra el más grande esfuerzo personal que se ha hecho en este país contra el kantismo.

No es nuestra finalidad, naturalmente, exponer aquí la filosofía de Ramón Turró. Beste decir, a modo de resumen o de mera indicación, que combatió la psicología subjetiva y la metafísica, cuyos problemas opinaba que eran insolubles. Esgrimió siempre, como arma de ataque y de defensa, el profundo objetivismo de la filosofía latina, continuadora de la griega, de las que era un fiel enamorado.

Su obra capital, en el campo de la filosofía, es sin duda alguna «Origens del coneixement: la fam», editada en 1912 y traducida luego al castellano, al francés y al alemán. Cabe citar también «La méthode objective» (París, 1916) y «Filosofía crítica» (Barcelona, 1917).

Prampolini, en su monumental «Historia universal de la literatura», dice de Ramón Turró: «Desde la biología se elevó al cultivo de la filosofía el doctor Turró, jefe de la Escuela barcelonesa, con obras que versan sobre problemas que interesan a la lógica y a la psicología, y donde combate los sistemas racionalistas, en especial el cartesianismo y el kantismo...».

En realidad Turró i Darder fue un discípulo de Platón y de Aristóteles. Un perfecto ejemplar de hombre latino y mediterráneo. En filosofía y en muchas otras cosas fue un convencido antigermánico.

En su más famosa obra, Turró, apartándose de los apriorismos kantianos, dice que el origen del conocimiento de lo real, externo a nosotros, proviene de una sensación del hambre: del hombre que come se pasa al hombre que piensa.

Tengo una edición, ya muy manoseada y envejecida, de su trabajo «Criteriología de Jaime Balmes». Turró fue un gran admirador y un defensor a ultranza del filósofo de Vic.

Al final de dicha obrita hay unas admirables líneas, que son como una síntesis de la mentalidad de nuestro pensador: «Hay espíritus tímidos —escribe Turró— a los que repugna el estudio de los fenómenos del espíritu, auxiliándose del método fisiológico, pues creen que la introspección es un coto cerrado del que no se debe salir, para no correr el grave peligro de que el hecho de conciencia se difumine por entre los mecanismos fisiológicos. No hay peligro. Lo psíquico será siempre lo psíquico. Siempre es en el reducto de la conciencia donde debe encontrarse, buscando fuera de ella es como pretender ver en la oscuridad... Los hombres que así piensan son hombres de poca fe. Estos hombres pusilánimes me hacen el efecto de los maridos celosos, que sin motivo vigilan constantemente a sus mujeres... Si tuvieran verdadera fe en su virtud, nada temerían...».

MARIANO FONTRODONA.

Rogamos a los señores colegiados recuerden y apoyen a los
Laboratorios y Casas que con su anuncio contribuyen a
publicar estos ANALES mensualmente

SECCION INFORMATIVA

La festividad de San Francisco de Asís

El próximo día 4 de octubre, viernes, nuestro Colegio celebrará la anual fiesta del Santo Patrón de la Veterinaria con el siguiente programa:

- A las 11.30 Oficio Solemne, en la Iglesia Parroquial de San José de Gracia.
- A las 12.30 Acto social, en el local del Colegio, con la entrega de los premios de Estímulo al estudio a hijos de compañeros. Homenaje a los compañeros jubilados.
- A la 1.— Entrega de los títulos de Colegiados de Honor.
- A la 1.30 Vino de Honor.
- A las 2.30 Almuerzo de Hermandad.
- A las 5.— Fiesta Familiar Anual. Sorteo de regalos.

La Junta del Colegio invita a todos los compañeros y familiares, agradeciendo por anticipado su asistencia personal a los actos. El plazo de inscripción para el almuerzo terminará el día 2 de octubre, rogando la mayor antelación posible para la mejor organización del mismo.

Las vacantes de titulares

En el *Boletín Oficial del Estado* del día 28 de junio pasado se publicó la relación de vacantes de veterinarios titulares existentes el 31 de diciembre de 1967.

Salvo error u omisión suman 793 plazas, de las cuales 555 serán provistas en las próximas convocatorias de concurso (428) y oposición (127), mientras que 238 de estas vacantes ha sido propuesta su amortización por las Subcomisiones Provinciales de Reestructuración de Partidos Sanitarios.

Lo más destacable de esta relación es que entre las 555 vacantes a proveer, de ellas 127 ya no fueron solicitadas en el último concurso de traslado y saldrán a oposición directa; de las que se preveen para amortizar, 91 ya quedaron vacantes en el última concurso.

Reestructuración de partidos

Parece inminente la publicación del Decreto aprobando la reestructuración de partidos sanitarios en marcha y en el cual se precisa el respeto a los derechos adquiridos, por lo que no se amortizarán las plazas hasta que queden reglamentariamente vacantes.

Un ruego de la Procuradora en Cortes doña Josefina Véglison

En el reciente «Boletín Oficial de las Cortes Españolas», número 1.017, se inserta un ruego al Gobierno de varios Procuradores, que firma en primer lugar doña Josefina Véglison, en el sentido de que se adopten las medidas necesarias respecto a los Veterinarios contratados por la Dirección General de Ganadería, para ofrecerles una situación administrativa estable.

Parece ser, dicen los Procuradores que han suscrito el ruego, que existen en dicha Dirección General 725 titulares Veterinarios adscritos al servicio, en situación inestable e insegura, mediante nombramiento o contrato individual por plazo de un año renovable, y desde 1962, por concurso de méritos convocado en el *Boletín Oficial del Estado*, se efectúa el nombramiento, una vez resuelto el concurso, con carácter eventual. Actualmente los contratos y situaciones administrativas, establecidos inicialmente por término de un año, se renuevan por períodos mensuales. Todo ello origina intranquilidad entre los citados profesionales.

En el mismo Boletín se inserta la contestación a dicho ruego por el Ministro de Agricultura, en la que se contienen las siguientes conclusiones:

1.º Que la relación de derecho administrativo que en la actualidad regula la prestación de servicios por parte de los Veterinarios colaboradores con la Administración, es plenamente correcta, de acuerdo con la legislación vigente.

2.º Que la situación presente contempla hipótesis bastante generalizada en la Administración, al tener que contratar personal para atender a situaciones sobrevenidas (planes de saneamiento y de desarrollo ganadero), que dilatadas en el tiempo, no pueden preverse sus posibilidades futuras.

3.º De otra parte, estos licenciados en Veterinaria han tenido posibilidades de concurrir a dos oposiciones convocadas, desde 1966 hasta el presente, para el ingreso en el Cuerpo Nacional Veterinario.

Cuanto antecede, concluye la contestación, no impide que el Ministerio de Agricultura se interese por la situación de inestabilidad en que se encuentran los Veterinarios contratados y trate de abordarla, con el criterio de mayor generosidad y comprensión, dentro de lo que permita el servicio y el interés público.

Y efectivamente en la Asamblea de Presidentes de Colegios, celebrada los días 8 y 9 de julio, se planteó este problema y el deseo de todos de que pueda resolverse definitivamente, de una forma positiva y en plazo breve. El semanario órgano del Sindicato Nacional de Ganadería, *La Mesta*, en su número de 1 de agosto, dedica dos páginas al tema, bajo el epígrafe *Puntos débiles en la estructuración Veterinaria* solicitando para la solución, claridad, exactitud, firmeza y rapidez.

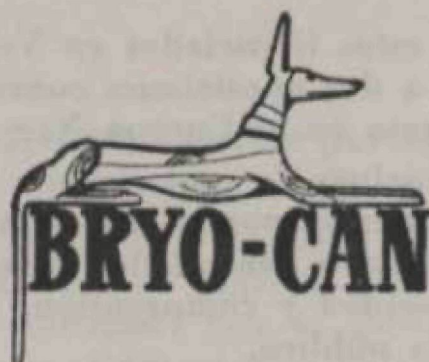
Los complementos y el número de habitantes por partido

En la reciente distribución de complementos, con un crédito global de doscientos noventa y cinco millones de pesetas para el ejercicio de 1967, para los ocho Cuerpos de Sanitarios, corresponden cincuenta y cinco millones ciento treinta y cinco mil quinientas pesetas para el ramo de Veterinaria.

Aparte el complemento de destino por Jefatura y por el carácter indefectible del servicio, el resto se destina según número de habitantes del partido: 38.400 pesetas para los partidos de menos de 750 habitantes; 19.200 pesetas, de 750 a 1.500 habitantes; 9.600 pesetas, a partidos de 1.501 a 6.000; 4.800 pesetas, para los de 6.001 a 20.000 y 9.600 pesetas para los de más de 20.000 habitantes.

Por ello consideramos de interés el publicar la población de derecho de los Municipios de la provincia de Barcelona, inserto en el «Boletín Oficial de la Provincia», del 4 de septiembre de 1957, según los respectivos padrones al 31 de diciembre de 1965, con validez hasta el próximo censo de 31 de diciembre de 1970:

LABORATORIOS DE VETERINARIA



“Medicinas para perros”

VITA-BRYO-CAN

(VITAMINOTERAPIA CANINA)

Raquitismo. — Fracturas. — Deformaciones óseas. — Crecimiento. — Fragilidad de la almohadilla plantar. — Gestación. — Lactancia. — Dermatitis. — Alopecias. — Eczemas. — Esterilidad. — Metabolismo lípido. — Prurito. — Convalecencia de enfermedades febriles.

Especialmente indicado en los meses de invierno cuando el perro no puede disfrutar de abundante sol.

Vitamina A y D₃. — Vitamina E. — Vitamina K. — Linoleato de Etilo (Vitamina F).

DOSIS DE ORIENTACION. — Perros pequeños: Un frasquito cada mes en una o dos tomas. Perros medianos: Un frasquito cada 20 días en una o dos tomas. — Perros grandes: Un frasquito cada 15 días en una o dos tomas.

DELEGACION CENTRAL:

Loreto, 52, 1.^o, 1.^a, y 2.^a - BARCELONA-15
Teléfonos 205 09 04 - 205 09 07

ANALES DEL COLEGIO OFICIAL DE VETERINARIOS DE LA PROVINCIA 397

Municipio	Población de derecho	Municipio	Población de derecho
Abrera	745	Castellcir	234
Aguilar de Segarra	480	Castelldefels	8.380
Alella	2.078	Castell del Areny	72
Alpens	392	Castellet y Gornal	1.299
Ametlla (La)	1.129	Castellfullit del Boix	526
Arenys de Mar	7.436	Castellfullit de Riubregós	399
Arenys de Munt	3.749	Castellgalí	1.324
Argensoia	331	Castellnou de Bages	100
Argentona	3.676	Castellolí	525
Artés	3.423	Castelltersol	1.819
Aviá	1.990	Castellví de la Marca	1.548
Avinyó	1.712	Castellví de Rosanes	315
Avinyonet	1.165	Centellas	4.364
Ayguafreda	1.528	Cervelló	2.124
Badalona	121.592	Collbató	365
Bagá	2.440	Collsuspina	324
Balenyá	2.115	Copons	447
Balsareny	4.018	Corbera de Llobregat	1.620
Barcelona	1.620.675	Cornellá	49.066
Begas	1.120	Cubellas	1.146
Bellprat	146	Dosrius	878
Berga	10.960	Esparraguera	5.749
Bigas	1.083	Esplugas de Llobregat	18.413
Borredá	642	Espunyola	431
Bruch	764	Estany	397
Brull	278	Fígols	79
Cabanyas (Las)	419	Fogás de Monclús	460
Cabrera de Igualada	163	Fogás de Tordera	342
Cabrera de Mataró	1.609	Folgarolas	983
Cabrils	916	Fonollosa	700
Calaf	2.606	Fontrubí	1.512
Caldas de Estrach	1.001	Franquesas del Vallés (Las)	3.612
Caldas de Montbuy	7.120	Gallifa	83
Calders	632	Garriga (La)	4.864
Calella	8.629	Gavá	18.029
Calonge de Segarra	322	Gayá	263
Callús	1.791	Gelida	3.067
Campins	192	Gironella	5.778
Canet de Mar	5.668	Gisclareny	84
Canovellas	5.878	Granada (La)	1.178
Cánoves	584	Granera	130
Canyellas	376	Granollers	24.000
Capellades	3.183	Gualba	869
Capolat	175	Guardiola	608
Cardedeu	3.829	Guardiola de Berga	2.007
Cardona	7.447	Gurb	1.698
Carme	724	Hospitalet	175.397
Casserras	1.956	Igualada	24.198
Castellar del Riu	186	Jorba	678
Castellar del Vallés	5.840	Llacuna (La)	975
Castellar de Nuch	278	Llagosta (La)	3.597
Castellbell y Vilar	3.450	Llinás	3.042
Castellbisbal	2.222	Llissá de Munt	1.346

398 ANALES DEL COLEGIO OFICIAL DE VETERINARIOS DE LA PROVINCIA

Municipio	Población de derecho	Municipio	Población de derecho
Llissá de Vall	725	Piera	3.114
Llussá	553	Pierola	863
Malgrat	7.402	Pineda	5.041
Malla	373	Pla del Panadés	993
Manlleu	11.142	Pobla de Claramunt (La) ...	1.293
Manresa	57.366	Pobla de Lillet (La)	2.718
Martorell	10.295	Polinyá	550
Martorellas	2.390	Pontons	294
Masías de Roda	612	Prat de Llobregat	20.123
Masías de Voltregá	2.224	Prats del Rey	812
Masnou	8.108	Prats de Llusanés	1.660
Masquefa	1.186	Premiá de Mar	6.810
Matadepera	860	Pruit	283
Mataró	53.562	Puigdalba	333
Mediona	1.217	Puigreig	6.215
Molins de Rey	11.714	Pujalt	260
Mollet	10.646	Quart (La)	92
Moncada y Reixach	16.093	Rajadell	523
Mongat	4.905	Rellinás	195
Monistrol	3.423	Ripollet	10.643
Monistrol de Calders	669	Roca (La)	3.073
Montanyola	314	Rocafort y Vilumara	2.042
Montclar	242	Roda de Ter	3.917
Montesquiu	1.147	Rubí	14.080
Montmajor	699	Rubió	305
Montmaneu	316	Rupit	242
Montmany	672	Sabadell	134.562
Montmeló	1.942	Sagás	381
Montornés del Vallés	2.627	Salavinera	261
Montseny	329	Saldes	745
Moyá	2.833	Sallent	9.161
Mura	177	Sampedor	2.599
Navarcles	2.989	San Acisclo de Vallalta	611
Navás	4.831	San Adrián de Besós	22.495
Nou (La)	289	San Agustín de Llusanés ...	167
Odena	2.160	San Andrés de la Barca	2.230
Olbán	1.420	San Andrés de Llavaneras ...	2.286
Olérdola	1.521	San Antonio de Vilamajor ...	1.222
Olesa de Bonesvalls	383	San Bartolomé del Grau	505
Olesa de Montserrat	8.550	San Baudilio de Llobregat ...	25.723
Olivella	149	San Baudilio de Llusanés ...	560
Olost	981	San Celoni	7.730
Orís	678	San Cipriano de Vallalta ...	491
Oristá	1.177	San Clemente de Llobregat ...	1.644
Orpí	229	San Cugat del Vallés	14.069
Orrius	208	San Cugat Sasgarrigas	624
Pachs	489	San Esteban de Palautordera ...	854
Palafolls	1.611	San Esteban Sasroviras	875
Palau de Plegamans	1.836	San Fausto de Campcetrnellas ...	1.767
Pallejá	2.996	San Feliu de Codinas	3.019
Papiol	2.353	San Feliu de Llobregat	11.814
Parets	3.535	San Feliu Saserra	582
Perafita	536	San Fructuoso de Bages	2.706

ANALES DEL COLEGIO OFICIAL DE VETERINARIOS DE LA PROVINCIA 399

Municipio	Población de derecho	Municipio	Población de derecho
San Ginés de Vilasar	4.777	San Vicente de Torelló	2.041
San Hipólito de Voltregá	2.844	Sardanyola	11.029
San Jaime de Frontanyá	49	Sentmenat	2.489
San Juan Despi	8.496	Serchs	3.666
San Juan de Vilasar	4.944	Seva	993
San Julián de Vilatorra	1.282	Sitges	11.282
San Justo Desvern	7.838	Sobremunt	137
San Lorenzo de Hortons	973	Sora	387
San Lorenzo Savall	1.754	Subirats	2.580
San Martín de Centellas	668	Suria	7.262
San Martín del Bas	234	Tabérnolas	195
San Calldetenes	913	Tagamanent	237
San Juan de Torruella	3.875	Talamanca	96
San Marín de Tous	1.085	Taradell	3.034
San Martín Sarroca	2.355	Tarrasa	116.565
San Martín Sasgayolas	539	Tavertet	266
San Mateo de Bages	781	Teyá	1.836
San Pedro de Premiá	2.252	Tiana	2.327
San Pedro de Ribas	3.590	Tona	4.011
San Pedro de Riudevittles ...	1.683	Tordera	5.276
San Pedro de Torelló	2.057	Torelló	7.626
San Pedro de Vilamajor	607	Torre de Claramunt	677
San Pol de Mar	2.043	Torrelavid	1.276
San Quintín de Mediona ...	1.372	Torrellas de Foix	1.087
San Quirico de Besora	2.057	Torrellas de Llobregat	763
San Quirico de Tarrasa	3.344	Ullastrell	629
San Quirico Safaja	252	Vacarisas	418
San Sadurní de Noya	5.791	Vallbona	636
San Saturnino de Osormort .	170	Vallcebre	813
Santa Cecilia de Montserrat.	266	Valldán (anexionado a Berga)	
Santa Cecilia de Voltregá ...	239	Vallgorguina	506
Santa Coloma de Cervelló ...	1.714	Vallirana	2.031
Santa Coloma de Gramanet .	46.949	Vallromanas	401
Santa Eugenia de Berga	642	Veciana	330
Santa Eulalia de Riuprimer ..	692	Vich	22.893
Santa Eulalia de Ronsana ...	1.371	Vilada	669
Santa Fe del Panadés	238	Viladecaballs	671
Santa Margarita de Montbuy.	3.586	Viladecans	10.503
Santa Margarita y Monjos .	2.110	Vilanova del Camí	2.638
Santa María de Barbará	3.486	Vilanova de Sau	824
Santa María de Besora	264	Viloví	1.035
Santa María de Corcó	2.133	Villafranca del Panadés ..	14.129
Santa María de Marlés	548	Villalba Saserra	225
Santa María de Martorellas		Villanueva y Geltrú	30.053
Arriba	473	Viver y Serrateix	522
Santa María de Miralles	198		
Santa María de Oló	1.242		
Santa María de Palautordera.	2.404		
Santa Perpetua de Moguda .	4.270		
Santa Susana	602		
San Vicente de Castellet	5.807		
San Vicente dels Horts	10.135		
San Vicente de Montalt	952		
		Total provincial	3.272.157
		Capital	1.620.675
		Provincia sin capital ...	1.651.482

MICROFLORA DE PANZA

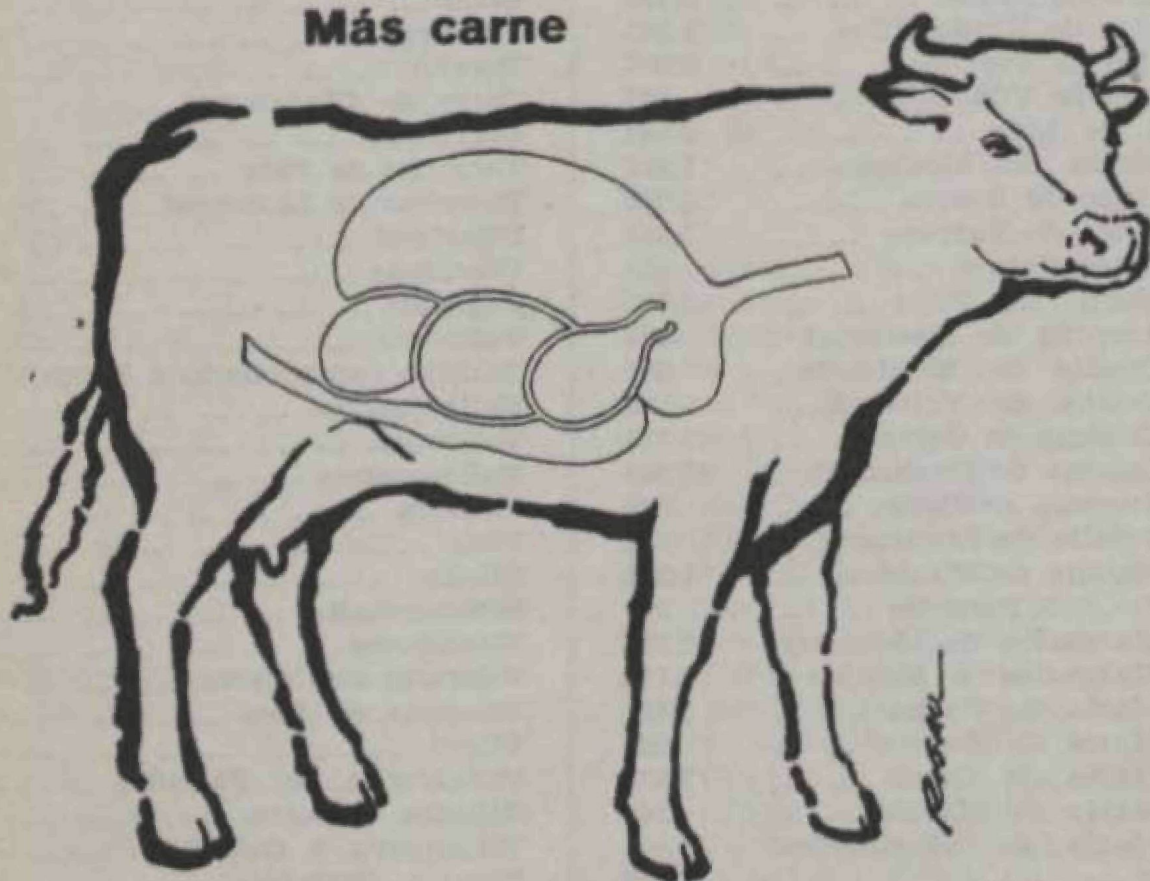
LETI

RUMIA PERFECTA

Rápido desarrollo

Más leche

Más carne



DISTRIBUCION Y VENTA:

Comercial LETI-UQUIFA

ROSELLON, 285 - Tels. *257 48 04

Barcelona-9

SECCION LEGISLATIVA

Ministerio de Agricultura

RESOLUCION de la Dirección General de Ganaderia por la que se hacen públicas las normas sobre etiquetado de los subproductos de aceitería.

Habiendo surgido dudas en la interpretación del artículo 15 de la Orden ministerial de 11 de noviembre de 1958, por la que se aprueban las disposiciones complementarias al Reglamento, que fija las condiciones que deben reunir los piensos compuestos y correctores, materias primas empleadas en su elaboración y otros productos destinados a la alimentación del ganado («Boletín Oficial del Estado» de 1 de diciembre), en cuanto al etiquetado de los subproductos de aceitería, y en virtud de las atribuciones que concede a esta Dirección General el artículo 24 de la mencionada Orden, ha tenido a bien resolver lo siguiente:

1.º Todos los subproductos de aceitería, que se libran en el mercado como piensos para la ganadería o como materias primas para la industria de piensos compuestos deberán llevar adherida al envase una etiqueta comprensiva de la composición del producto y de los métodos de preparación.

2.º En la etiqueta figurará la humedad, proteína bruta, fibra bruta, grasa y cenizas, expresadas en porcentajes.

3.º Para el transporte de estos productos sin envasar, las industrias deberán librar al adquirente una certificación, donde se haga constar los datos exigidos para las etiquetas.

4.º En la lista de subproductos de aceitería consignada en la Orden ministerial de 11 de noviembre de 1958 deberá agregarse la torta o harina de cártamo, con las siguientes exigencias:

Torta o harina sin descortezar. — Humedad, máximo 12 por 100; proteína bruta, mínimo 18 por 100; grasa, máximo 8 por 100; fibra bruta, máximo, 40 por 100.

Torta o harina descortezada. — Humedad, máximo 12 por 100; proteína bruta, mínimo, 36 por 100; grasa, máximo, 8 por 100; fibra bruta, máximo, 15 por 100.

(B. O. del E., del 30 de julio de 1968).

ORDEN de 30 de julio de 1968 por la que se regula la concesión del título de Entidad Colaboradora de Libros Genealógicos y Comprobación de Rendimientos del Ganado.

El Decreto 2394/1960, de 15 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Libros Genealógicos y Comprobación de Rendimientos del Ganado, establece en sus capítulos I y II la posibilidad de que determinadas funciones que se incluyen en referido Reglamento puedan ser desarrolladas por Entidades Colaboradoras debidamente autorizadas, bajo la inspección y control de la Dirección General de Ganadería, Centro directivo al que corresponde todo lo referente a la organización y control nacional de esta materia.

Con el fin de dar mayor agilidad al desarrollo de estas actividades y que el funcionamiento de los libros genealógicos y control de rendimiento se ejecute con una mayor vinculación de los propios criadores del ganado, Asociaciones, Sociedades y Entidades de cualquier personalidad jurídica, ligados a la cría de ganado selecto con este Ministerio, se hace necesario ordenar las normas y condiciones que deben concurrir en las referidas Entidades Colaboradoras de Libros Genealógicos y Comprobación de Rendimientos del Ganado.

En su virtud, este Ministerio ha dispuesto:

1.º Las Entidades Colaboradoras a que se refiere el artículo 8.º del Reglamento de Libros Genealógicos y Comprobación de Rendimientos del Ganado se clasifican, según la actividad que se desarrolle, en:

a) Entidades Colaboradoras para Libro Genealógico y Comprobación de Rendimientos.

b) Entidades Colaboradoras para Comprobación de Rendimientos.

c) Entidades Colaboradoras para las pruebas de descendencia de sementales.

2.º Las Entidades Colaboradoras de los grupos a) y c) sólo podrán actuar sobre una raza, salvo aquellos casos en que, por el grado de identidad entre dos razas determinadas, se autorice con carácter excepcional.

Las Entidades Colaboradoras del grupo b) podrán actuar sobre varias razas.

3.º Las Entidades Colaboradoras, para ser autorizadas, tendrán, como mínimo, dimensión provincial, pudiéndose autorizar su dimensión regional, que será delimitada concretamente en los documentos a que se refiere el artículo séptimo de esta Orden.

En cada provincia no podrá autorizarse más de una Entidad Colaboradora por raza.

4.º El título de Entidad Colaboradora será otorgado por este Ministerio, a propuesta de la Dirección General de Ganadería, oído el criterio de la Junta Central de Fomento Pecuário.

Dichas Entidades tendrán que figurar inscritas en el Registro de Entidades Colaboradoras de Libros Genealógicos y Comprobación de Rendimientos que a tal fin se establece en la Dirección General de Ganadería.

5.º Ningún Organismo ni entidad de cualquier naturaleza podrán desarrollar con validez oficial actividades de libros genealógicos y comprobación de rendimientos del ganado si no figura inscrito en el Registro a que se alude en el artículo anterior y se le ha otorgado el título correspondiente.

6.º Para la concesión del título de Entidad Colaboradora de Libros Genealógicos y Comprobación de Rendimientos del Ganado se deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) Los documentos utilizados para las inscripciones, registro, controles, certificados y cartas genealógicas, etc., utilizados se ajustarán precisamente a los modelos establecidos por la Dirección General de Ganadería, pudiéndose autorizar en dichos documentos la consignación de distintivos propios de la Entidad Colaboradora, previsto visto bueno de referida Dirección General.

b) Las normas de registro, prácticas de los controles, reproducción, plazos de registro, inscripciones, etc., se ajustarán a las normas reguladoras que para cada raza sean establecidas por la Dirección General de Ganadería en los correspondientes libros genealógicos.

c) Cada Entidad Colaboradora, para ser autorizada, deberá acreditar, mediante presentación de los contratos correspondientes relación de ganaderías, con expresión de su localización y número de ejemplares registrados que las integran, comprometidos con la Entidad para iniciar el desarrollo del servicio.

d) Para las Entidades Colaboradoras incluidas en los apartados a) y b) del artículo primero se exigirá como dimensión mínima, según las especies, un contingente de ejemplares inscritos o de posible inscripción inmediata de mil bovinos, o tres mil ovinos, o mil porcinos.

Las razas charolesa, Hereford y merino precoz, dada su reciente introducción en el país, por una sola vez, no se les exige cubrir las dimensiones mínimas señaladas.

Para las Entidades Colaboradoras incluidas en el apartado c) se exigirán dispongan de los plantales de hembras que en cada caso y para cada raza establecerá la Dirección General de Ganadería en el trámite de concesión del título.

e) Las Entidades Colaboradoras incluidas en el grupo a) del artículo primero que actúen sobre razas bovinas de especialización leche-

COMPLEXUS TURA 3-B (elixir)

Como reconstituyente y anti-anoréxico. En todos los casos de hipovitaminosis del grupo B. Estimulante de las defensas orgánicas.

LUBRICANTE QUIRURGICO TURA

Antiséptico protector. Insustituible en exploraciones rectales y vaginales. El único preparado que elimina malos olores.

MERCUROCROMO TURA (solución)

Cicatrizante y antiséptico.

MICROTURA (cápsulas)

Esterilidad, abortos, partos prematuros, gestación, lactancia, raquitismo, crecimiento, enfermedades infecciosas, agotamiento, etc.

POLVO OCULAR TURA (micropolvo)

Para la prevención y terapia de las enfermedades localizadas en los órganos de la visión de los animales domésticos.

SULFATURA "A" (polvo)

Expectorante béquico y antiséptico para el ganado.

SULFATURA "B" (polvo)

Fórmula especial para perros y gatos.

TURA PROTECTOR DERMICO

Para la limpieza de la piel en seborreas, caspa, pruritos inespecíficos, eczemas, acné, dermatitis de contacto y para el lavado y aseo de los animales. Beneficia el pelaje y mantiene la piel con un pleno poder biológico-inmunitario.

TURABAT "C" (tópico)

Eczemas secos y húmedos. Herpes. Seborrea. Acné. Sarnas. Dermatitis de origen alimenticio y carenciales. Alergias de origen parasitario. Quemaduras.

TURACOLIN (cápsulas)

Tenífugo específico del perro que no produce vómito.

TURADIN "C" (gotas)

Otitis agudas y crónicas, catarrales, otalgias, mastoiditis, furunculosis del conducto auditivo externo.

Laboratorio TURA
 Tel. 224 62 74



Av República Argentina, 55
BARCELONA-6

ra quedan obligadas a verificar la reproducción del 50 por 100, como mínimo, de las hembras integradas en su ámbito de actuación con semen congelado procedente del catálogo oficial de toros de inseminación artificial de la Dirección General de Ganadería. A tal fin, la organización aplicativa de la inseminación en las explotaciones componentes de la Entidad Colaboradora corresponderá a la misma, para lo que será autorizada mediante el establecimiento del oportuno concierto con la Dirección General de Ganadería. En los casos de hembras ovinas de especialización láctea, dicho porcentaje de hembras será reproducido con moruecos probados procedentes de los Centros de la Dirección General de Ganadería que a tal fin están establecidos.

f) Todos los gastos de personal titulado superior, controladores, miembros de la Entidad en las Comisiones Provinciales de Admisión y Calificación de los Libros Genealógicos y cuantos otros gastos origine el desarrollo de las actividades de la Entidad Colaboradora correrán de cuenta de la misma.

g) El personal técnico y colaborador de control que haya de actuar en las Entidades Colaboradoras tendrá que ser autorizado para tal fin por la Dirección General de Ganadería, previa comprobación de su aptitud.

h) Las Entidades Colaboradoras pondrán a disposición de los Servicios de la Dirección General de Ganadería, cuyos técnicos serán Inspectores de libros genealógicos y comprobación de rendimientos, cuantos datos les sean solicitados, remitiendo con la periodicidad establecida a los Servicios correspondientes de dicha Dirección General, os partes y documentos que figuran en las Reglamentaciones de los respectivos libros genealógicos. Igualmente se facilitará el acceso a las ganaderías integradas en las diferentes Entidades Colaboradoras y se dará toda clase de facilidades a los referidos técnicos para que realicen cuantas comprobaciones e inspecciones sean pertinentes.

7.º Las solicitudes para obtener el título de Entidad Colaboradora de Libros Genealógicos y Comprobación de Rendimientos serán presentadas en la Dirección General de Ganadería, debiendo acompañarse de los siguientes documentos:

a) Relación de ganaderías, con expresión de su localización y número de reproductores que comprenden, correspondientes a la zona de actuación de la Entidad.

b) Modelo de contrato, a suscribir entre la Entidad y las ganaderías a las que se les pretende prestar el servicio.

c) Descripción de la zona geográfica de actuación de la Entidad.

d) Programa de trabajo y organización del servicio de la Entidad, incluyendo relación de personal titulado superior, colaborador y subalterno que habrá de actuar en el desarrollo del servicio.

8.º Las Entidades Colaboradoras podrán expedir los documentos correspondientes a su actividad en los modelos establecidos por la Dirección General de Ganadería, no teniendo validez las cartas genealógicas y los certificados de transmisión de ejemplares inscritos si no van debidamente visados por los Servicios de la Dirección General de Ganadería.

9.º El título de Entidad Colaboradora quedará sin efecto por Resolución de la Dirección General de Ganadería en los casos que se compruebe el incumplimiento de las condiciones exigidas o que el servicio desarrollado no cumple los fines pretendidos.

10. Las Entidades de diversa naturaleza que en la actualidad desarrollan las actividades relacionadas con libros genealógicos y comprobación de rendimientos, en el plazo de tres meses deberán solicitar el título y la inscripción a que se refiere la presente Orden, previo cumplimiento de los requisitos que en la misma se establecen, quedando sin efecto la autorización que venía amparando su funcionamiento al finalizar el plazo señalado.

11. Queda facultada la Dirección General de Ganadería para dictar cuantas Resoluciones sean precisas para el mejor desarrollo de lo dispuesto en la presente Orden.

(B. O. del E., del 8 de agosto de 1968).

RESOLUCION de la Dirección General de Ganadería por la que se establece una campaña nacional de saneamiento contra las brucelosis de los animales.

El problema que las brucelosis animales vienen planteando en la economía pecuaria nacional ha aconsejado que dentro del II Plan de Desarrollo Económico y Social se realice el mayor número posible de operaciones de saneamiento, orientadas a combatir dicha enfermedad, que incide notoriamente en los costos de producción de carne y leche principalmente y en el comercio nacional e internacional de animales vivos y sus productos.

En la actualidad los medios técnicos adecuados para la ejecución de una campaña de erradicación total a nivel nacional se concretan al establecimiento de un sistema mixto, que comprende: la detección de animales enfermos en la especie caprina, con sacrificio e indemnización de los reaccionantes positivos a los «test» elegidos; la conservación de las explotaciones reconocidas como ganaderías de sanidad comprobada, diplomadas y paradas de sementales, y la vacunación de aquellas especies en que según edad y estado del animal la inmunidad resulte satisfactoria.

La realización de una campaña nacional con el sistema citado puede permitir en un plazo corto de tiempo liberar a la ganadería patria de esta infección, que tantas pérdidas causa, pudiendo declararse nuestra nación exenta de brucelosis animales dentro del cuatrienio actual y en un elevado porcentaje del territorio nacional en el primer año.

Por cuanto antecede, y en virtud de las facultades que confieren a esta Dirección General, la Ley de 20 de diciembre de 1952 (*Boletín Oficial del Estado* del 23), en sus artículos 2.º, 6.º, 12, 21 y 22; el Decreto de 4 de febrero de 1955 (*Boletín Oficial del Estado* de 25 de marzo), en sus artículos 177, 184 y 188, y la Orden ministerial de Agricultura de 17 de febrero de 1967 (*Boletín Oficial del Estado* del 23), dispongo:

1.º Queda establecida una campaña nacional de lucha contra las brucelosis de los animales en todo el territorio nacional.

La campaña se desarrollará mediante un sistema mixto de:

- Inmunización de especies y censos convenientes.
- Detección de enfermos y sacrificio con indemnización en la especie caprina.
- Control sanitario de ganaderías de sanidad comprobada, diplomadas y paradas de sementales.

2.º La campaña empezará en todo el territorio nacional el día 15 de agosto en su fase previa o de preparación, y el día 15 de septiembre en su fase ejecutiva, debiendo terminar antes del 31 de diciembre, a excepción de aquellas provincias en que el estado de la paridera o cualquier otra circunstancia impidiera la terminación en este plazo. En este caso deberá finalizar antes del 20 de marzo de 1969.

3.º Se establece para la especie bovina la vacunación obligatoria contra la brucelosis de todo el censo nacional, en todos los ejemplares de edad superior a tres meses, sea cualquiera su aptitud y raza. Únicamente en el caso del toro de lidia, se excluyen los toros que, destinados a sementales o a la lidia, hayan sido ya marcados y separados de las madres.

Quedan excluidos los efectivos bovinos de las ganaderías de sanidad comprobada, ganaderías diplomadas y paradas de sementales.

4.º Sistemáticamente, y fuera de los plazos conferidos a la presente campaña, en años sucesivos serán vacunados todos los bóvidos de tres a nueve meses de edad que hayan nacido con posterioridad al saneamiento de establo, para lo cual el ganadero deberá comunicar el nacimiento o la entrada de bóvidos de esta edad en su establo al veterinario titular.

5.º La vacunación es obligatoria, y será desarrollada por las respectivas Jefaturas Provinciales de Ganadería, las que deberán remitir, sin excepción, parte de vacunaciones practicadas a los Laboratorios Pe-

La asociación antibiótica.
de máxima sinergia.

La dosificación más adecuada
al momento actual.

Un disolvente biológico que, por
sí solo, produce unos efectos
terapéuticos de gran interés.



Este es el ... **NUEVO**
producto que ponemos
a su disposición

SINCROZOO-MASIVO BIOESTIMULANTE

PENICILINA-ESTREPTOMICINA Y BIOESTIMULINAS DE FILATOV

ANTIBIOTICOS, S. A.



DIVISION DE VETERINARIA
Bravo Murillo, 38
MADRID-3

cuarios Regionales, a cuya dirección técnica queda sometida la campaña de inmunización. Los partes serán mensuales y los laboratorios remitirán un parte total de su zona a la Dirección General de Ganadería (Sección 1.ª) antes del día 15 de enero.

6.º Todas las reses bovinas vacunadas serán marcadas en la oreja mediante marca de perforación, cuya tenaza y troquel será proporcionado gratuitamente por la Dirección General de Ganadería. Este material quedará inventariado en los Laboratorios Pecuarios Regionales correspondientes y distribuidos entre las Jefaturas Provinciales de Ganadería de su alcance, las que a su vez realizarán distribución entre los veterinarios titulares, pudiendo programar el marcaje como mejor considere para la mayor eficiencia de la campaña.

7.º En los municipios en los que hayan sido comunicados casos de brucelosis humana, todos los censos ovinos de edad superior a cuatro meses y sin límite de edad superior serán vacunados, teniendo en cuenta para la aplicación de la vacuna el estado de gestación de las ovejas.

En el resto de los municipios se podrá proceder a la vacunación de los censos ovinos, cuyos ganaderos deseen acogerse voluntariamente a estos beneficios, siendo preferentes los comprendidos en los planes especiales de Tierra de Campos, Campo de Gibraltar y zonas de seguridad fronterizas.

8.º La vacunación será practicada por los veterinarios titulares dentro de los plazos previstos por los Directores de las campañas y en los casos necesarios por los veterinarios contratados de la Dirección General de Ganadería.

La vacuna es totalmente gratuita, y será suministrada por la Dirección General de Ganadería, pudiendo percibir el veterinario titular por la vacunación la tasa 21.10, apartados 2.º y 3.º, y por los gastos de marcaje, material y reposición la cantidad de tres pesetas por bovino y una por ovino, siendo el desplazamiento, en caso de que lo hubiera, por cuenta del ganadero.

9.º Para la especie caprina, independiente de la campaña que se desarrolla de acuerdo con la Orden ministerial de 17 de febrero de 1967 y las Resoluciones de las Direcciones Generales de Ganadería y Sanidad de 14 de junio de 1967, se procederá en todos los municipios donde hayan sido comunicados casos de brucelosis humana a los Servicios de esta Dirección, a la detección mediante seroaglutinación de reaccionantes positivos, con sacrificio e indemnización, según baremos aprobados por esta Dirección. La ejecución de este servicio corresponde a los Laboratorios Pecuarios Regionales directamente o a través de las Jefaturas Provinciales de Ganadería donde no exista Laboratorio Regional, debiendo, en todo caso, remitir los partes correspondientes para el fichero epizootológico a los citados Laboratorios Regionales.

10. Asimismo en los casos en que se proceda a saneamiento de rebaños de ovinos en donde convivan cápridos, en éstos será realizada detección de reaccionantes a la seroaglutinación, y los positivos serán sacrificados e indemnizados.

11. Dentro del período de la fase ejecutora de la campaña se realizará una revisión de todos los ejemplares bovinos, ovinos, suinos y caprinos que compongan las explotaciones de sanidad comprobada y ganaderías diplomadas mediante seroaglutinación rápida con antígeno brucelar «standard», elaborado por el Patronato de Biología Animal o por los Laboratorios Pecuarios Regionales a quienes se les encomiende esta misión. En caso de títulos dudosos se realizará una nueva reacción lenta, y aun aquellas otras que se consideren necesarias para un efectivo diagnóstico.

En los casos en que la positividad sea superior al 15 por 100, se repetirán las pruebas a los cuarenta y cinco días, y si es superior al 8 por 100, a los noventa días, independiente de las revisiones que correspondan en lo sucesivo y que determina el artículo 20 del Reglamento de Epizootias.

Los animales reaccionantes positivos, de acuerdo con el contenido de la Orden ministerial de 14 de enero de 1957 (*Boletín Oficial del Estado* del 22), por la que se regula la concesión de títulos de ganaderías diplomadas, habrán de ser eliminados de las explotaciones. Esta eliminación correrá a cargo del ganadero, y deberá ser efectuada en un plazo máximo de un mes, para así poder continuar en posesión de los títulos correspondientes.

12. Asimismo se realizará la revisión sanitaria de todos los sementales establecidos en paradas autorizadas de las citadas especies, procediéndose de igual modo que en el caso anterior.

13. Las precedentes revisiones y controles sanitarios se desarrollarán bajo la dirección técnica de los Directores de los Laboratorios Pecuarios Regionales correspondientes y de acuerdo con lo dispuesto en las Ordenes Circulares 17/1966 y 18/1966 de esta Dirección General de Ganadería.

14. Cuando alguna explotación de las comprendidas entre las ganaderías de sanidad comprobada, diplomadas y paradas de sementales no tenga animal reaccionante alguno, será propuesta a este superior Centro (Sección 1.ª) para reconocerla bajo la certificación correspondiente, como «Explotación exenta de brucelosis».

En el resto de los casos, esto es, donde se hayan practicado vacunaciones se otorgará también el certificado de explotación exenta de brucelosis cuando hayan transcurrido diez meses sin la presentación de casos clínicos y se haya procedido al diagnóstico etiológico de los abortos, si los hubiera, comprobándose así que no se deben a brucelosis.

Las explotaciones que obtengan el certificado de «Exentas de brucelosis» quedarán sometidas a inspecciones y comprobaciones periódicas.

15. En todos los casos en que se conozcan abortos dentro de una explotación, para el diagnóstico etiológico se remitirán muestras a los Laboratorios Pecuarios Regionales y éstos procederán a cuantas pruebas consideren convenientes para determinar la etiología y el tipado de brucelas, si se debiero el aborto a causa brucelar.

16. En la fase previa deberá publicarse en el *Boletín Oficial* de las provincias respectivas por los Gobernadores, y a propuesta de la Jefatura de Ganadería, las Circulares correspondientes.

17. La Subdirección General de Profilaxis e Higiene (Sección 1.ª) distribuirá a las Jefaturas y Laboratorios las dosis de vacuna necesarias, según los censos bovinos de cada provincia y las peticiones formuladas por los citados Servicios provinciales y regionales.

(B. O. del E., del 8 de agosto de 1968).

Ministerio de la Gobernación

ORDEN de 25 de junio de 1968 por la que se adoptan medidas sanitarias para la lucha contra la brucelosis.

El incremento de los casos de brucelosis humana experimentado últimamente en determinadas zonas del país como consecuencia, entre otras causas, del consumo de leche sin higienizar y del de quesos denominados frescos, que por estar elaborados con leche no higienizada y no haber sufrido posteriormente el proceso de fermentación o maduración que garantice la desnutrición del agente patógeno productor de la citada enfermedad, hace peligroso su consumo, obliga a este Ministerio, en protección a la salud pública, a la adopción de determinadas medidas compatibles con aquellas otras de carácter general que se vayan tomando o puedan adoptarse en lo futuro para la erradicación de la brucelosis en las especies animales que la transmiten a la humana.

En su consecuencia, este Ministerio ha tenido a bien disponer:

Artículo 1.º Hasta tanto sea posible implantar en todo el territorio nacional el consumo obligatorio de leche higienizada, en las localidades donde se observe una elevación en el índice de morbilidad por brucelosis humana o se presenten en el futuro será obligatorio el consumo de leche pasteurizada o esterilizada.

Art. 2.º La pasteurización previa de la leche será obligatoria para la elaboración de todos los tipos de queso comprendidos en la clasifica-



**LA FORTALEZA
DEL EDIFICIO
ORGANICO REQUIERE UN
APORTE CALCICO
SUFICIENTE**

GLUCONATO CALCICO 20%

**TRATAMIENTO EFICAZ
DE LAS HIPOCALCEMIAS
AGUDAS Y CRONICAS.**

CYANAMID

**LABORATORIOS REUNIDOS, S. A.
DIVISION AGROPECUARIA**

Núñez de Balboa 56

MADRID-1

ción de «quesos frescos», y de aquellos cuyo consumo se realice antes de los dos meses siguientes a su fabricación.

Para los quesos elaborados con leche certificada, definida en el Decreto de la Presidencia del Gobierno 2478/1968, de 6 de octubre, podrá autorizarse su fabricación sin higienización previa, pudiéndose consumir en cualquier momento.

Por la Dirección General de Sanidad podrá autorizarse la utilización del procedimiento peroxicatalásico para la higienización de la leche, previa solicitud específica.

Art. 3.º En las localidades a que se refiere el artículo 1.º, las personas que realicen las diferentes operaciones de la fabricación de quesos, así como las que por su trabajo hayan de estar en contacto con el ganado productor de leche, precisarán hallarse en posesión de la Tarjeta de Manipulador de Alimentos o, en su defecto, del certificado médico que acredite no padecer enfermedad infecto-contagiosa en período alguno ni son portadores de gérmenes patógenos.

Hasta tanto no se considere que el índice de morbilidad pro brucelosis humana es suficientemente reducido en las citadas localidades, las personas afectadas por lo indicado en el párrafo anterior serán objeto de reconocimiento médico periódicamente, procediéndose en consecuencia con el resultado del mismo.

Art. 4.º Todas las industrias de elaboración de quesos se inscribirán obligatoriamente en el Registro que, al efecto, se establecerá en la Dirección General de Sanidad, por cuyos Servicios Provinciales y Locales se efectuarán las visitas de inspección oportunas, cerca de los centros de producción, manipulación y comercio de quesos, para el mejor cumplimiento de la presente Orden.

Art. 5.º Por Resolución de la Dirección General de Sanidad serán dictadas las medidas complementarias para la ejecución de esta Orden, estableciéndose las condiciones mínimas que deben reunir las industrias y los productos elaborados.

(B. O. del E., del 2 de agosto de 1968).

RESOLUCION de la Dirección General de Sanidad por la que se dictan normas sobre reconocimiento de cerdos sacrificados particulares.

Próxima la fecha en que las Jefaturas Provinciales de Sanidad han de organizar en sus respectivas provincias el reconocimiento y análisis sanitarios de las reses porcinas sacrificadas en domicilios particulares con destino al consumo familiar, de acuerdo con lo dispuesto en la Orden de 23 de diciembre de 1923 y en virtud de la delegación conferida a esta Dirección General por la Orden del Ministerio de la Gobernación de 17 de septiembre de 1957, ha tenido a bien disponer:

1.º La temporada de sacrificio de estos cerdos comenzará el día 1 de octubre y terminará el 30 de abril de 1969.

2.º Las normas que han de regular el reconocimiento de los cerdos sacrificados en domicilios particulares, así como la inspección de sus vísceras y canales y análisis micrográfico serán las mismas que figuran establecidas en la circular de esta Dirección General de 29 de julio de 1961 («Boletín Oficial del Estado» número 201, de 23 de agosto del mismo año).

2.º Por las Jefaturas Provinciales de Sanidad se dará la mayor publicidad a la citada disposición y se adoptarán las medidas pertinentes para el mejor cumplimiento de la misma.

(B. O. del E., del 5 de agosto de 1968).

RESOLUCION de la Dirección General de Sanidad dando normas para la renovación anual del permiso sanitario de funcionamiento de las industrias de la carne.

En uso de las facultades concedidas a esta Dirección General por Orden del Ministerio de la Gobernación de 26 de septiembre de 1957 y ante la necesidad de que las industrias cárnicas y derivadas por su funcionamiento durante la pasada campaña, he tenido a bien disponer lo siguiente:

1.º Queda en vigor lo ordenado por esta Dirección General en circular de 24 de julio de 1962 en cuanto se relaciona con las industrias chacineras mayores y menores, almacenes al por mayor de productos cárnicos y de tripas y talleres de elaboración de tripas, así como lo que determina el Ministerio de la Gobernación en la Orden de 3 de octubre de 1945 y demás disposiciones concordantes referentes a la intervención sanitaria de estas industrias, características de sus instalaciones y, en general, con todo lo relativo a industrialización de la carne y preparados cárnicos.

No obstante, esta Resolución queda sometida a cuanto en el futuro se disponga al respecto por el Ministerio de la Gobernación.

2.º Las solicitudes de prórroga sanitaria para el funcionamiento de las citadas industrias y establecimientos para la próxima campaña, que comenzará y terminará en análogas fechas que la anterior, se elevarán por los interesados ante esta Dirección General a través de la Organización Sindical correspondiente antes del 15 de octubre próximo.

Se exceptúan las industrias chacineras menores, cuyos propietarios solicitarán la prórroga en el plazo señalado de las Jefaturas Provinciales de Sanidad, que por delegación de esta Dirección General resolverán todo lo relacionado con las mismas.

(B. O. del E., del 5 de agosto de 1968).

ORDEN de 23 de julio de 1968 por la que se convocan y regulan tres cursos de perfeccionamiento para Médicos, Farmacéuticos y Veterinarios titulares.

Ilmo. Sr.: En el ciclo de reformas de los Cuerpos Sanitarios locales, una de las facetas merecedoras de especial atención, con vistas al mejor rendimiento de aquéllos, es la potenciación de la capacidad técnica de los funcionarios en determinadas materias de sus tres grandes ramos facultativos: el Médico, el Farmacéutico y el Veterinario.

Los primeros pasos en ese camino han de ser, no obstante, cautelosos, de carácter predominantemente experimental y limitado a muy escaso número de funcionarios. Sólo una vez contrastadas las soluciones de los problemas docentes, y comprobados los resultados, quedará abierta la posibilidad de organizar cursos de perfeccionamiento en más amplia escala y orientados también hacia otras materias de interés para la reforma que se persigue en estos Cuerpos.

Por ello, aceptando la propuesta de esa Dirección General, este Ministerio ha resuelto:

A) Convocatoria

1.º Por la presente Orden se convocan los siguientes cursos de perfeccionamiento para funcionarios técnicos del Estado al servicio de la Sanidad local:

a) Un curso para Médicos titulares, subdividido en dos ramas: Puericultura y Maternología.

b) Un curso para Farmacéuticos titulares, sobre análisis biológicos y de alimentos de procedencia no animal, y

c) Un curso para Veterinarios titulares, subdividido en dos ramas: productos lácteos y otros alimentos de origen animal.

B) Normas comunes a los tres cursos

2.º Los cursos serán dirigidos por la Escuela Nacional de Sanidad, que, a tal efecto, utilizará sus instalaciones y, en su caso, mediante acuerdo con los respectivos órganos competentes, las de otros Centros o Instituciones, preferentemente del sector público.

3.º Para cada uno de los cursos, existirá un Tribunal calificador que, aparte sus funciones propias en orden a la selección de aspirantes y a la calificación de los cursillistas, actuará como órgano asesor de la Escuela para el desarrollo del curso respectivo.

4.º La duración normal de los cursos será de un trimestre, subdividido en dos fases: la primera, de 1 de noviembre a 15 de diciem-

bre de 1968, y la segunda, de 15 de enero a 28 de febrero de 1969. Sin embargo, esa Dirección General podrá acordar la alteración de fechas, por causa justificada, y también podrá prorrogar la duración de cualquiera de los cursos si, en el desarrollo de la segunda fase del mismo, el respectivo Tribunal calificador apreciase que los resultados son insatisfactorios por insuficiencia de tiempo.

5.º Para ser admitido al respectivo curso será condición indispensable hallarse desempeñando en propiedad una plaza del respectivo Cuerpo.

6.º Los cursillistas serán seleccionados con arreglo al siguiente procedimiento:

a) Quienes deseen ser admitidos formularán instancia dirigida al Director de la Escuela Nacional de Sanidad, que habrá de tener entrada en fecha no posterior al 10 de septiembre próximo en la Jefatura de Sanidad de la provincia en que radique la plaza desempeñada por el peticionario (o en la Jefatura de Sanidad civil de Ceuta o de Melilla, si el puesto desempeñado radica en la ciudad respectiva). A la instancia unirá el solicitante su «curriculum vitae», detallando principalmente aquellas circunstancias que estime más específicamente relacionadas con las materias sobre las cuales ha de versar el respectivo curso.

b) La respectiva Jefatura de Sanidad informará cada instancia, sobre los tres extremos siguientes: tiempo de servicios que el interesado tiene computado en su Cuerpo; eficiencia mostrada en el desempeño de sus funciones, y posibilidades de más o menos fácil sustitución del interesado, en su plaza, durante la celebración del curso. Las Jefaturas cursarán a la Escuela Nacional de Sanidad, en fecha no posterior al 20 de septiembre, las instancias recibidas, los correspondientes «curriculum vitae» y sus propios informes que, cuando el caso lo requiera, podrán ampliarse a aspectos distintos de los tres extremos indicados.

c) El Tribunal calificador del respectivo curso, recibida la documentación a que se refiere el apartado anterior y apreciando conjuntamente las circunstancias que concurren en los peticionarios, así como las necesidades sanitarias de las zonas en que radiquen las plazas desempeñadas por los mismos, preseleccionará, entre ellos, un número no superior al doble de los que puedan ser admitidos; someterá a esos preseleccionados a dos pruebas, una escrita y otra oral (entrevista) y, a la vista del resultado de las mismas, designará los alumnos, cuyo número no excederá del que se señala para el respectivo curso en los números 9.º, 11 y 13 de la presente Orden.

7.º Para los gastos escolares y los de desplazamiento y estancia se concederá a cada cursillista una bolsa de estudios, cuyo importe será de 18.000 pesetas por cada una de las dos fases del curso. La concesión de la bolsa de estudios será revocada total o parcialmente si, en

virtud de medida académica, el alumno fuere privado de su condición de tal durante el desarrollo del curso.

8.º Al final de la segunda fase del curso, el respectivo Tribunal calificador someterá a los alumnos a las correspondientes pruebas que permitan apreciar el aprovechamiento de las enseñanzas impartidas y declarará «apto» o «no apto» a cada uno de los cursillistas. A los declarados «aptos» les será expedido el correspondiente certificado.

E) *Normas especiales para Veterinarios titulares*

13. El número de alumnos del curso de Veterinarios titulares será de ocho; de ellos, cuatro para el ramo de productos lácteos y los otros cuatro para el de otros alimentos de origen animal.

14. El Tribunal calificador para el curso de Veterinarios titulares estará formado así:

Presidente: El Director de la Escuela Nacional de Sanidad.

Vocal nato: El Jefe de Estudios de la propia Escuela.

Vocales designados por V. I.: Un Veterinario, propuesto por la Subdirección General de Sanidad Veterinaria; un Veterinario titular, propuesto por el Consejo General de Colegios Veterinarios, y un Veterinario, propuesto por la Dirección General de Ganadería.

Secretario sin voto designado por V. I.: Un funcionario del Cuerpo General Técnico de Administración Civil, propuesto por la Subdirección General de Servicios.

(B. O. del E., del 8 de agosto de 1968).

Presidencia del Gobierno

ORDEN de 31 de julio de 1968 por la que se amplía el número de mataderos autorizados para la concesión de primas de vacuno añojo.

La Orden ministerial de 3 de agosto de 1964 sobre medidas reguladoras de los precios de ganado vacuno estableció una prima de tres pesetas para estimular la producción de ganado vacuno añojo.

La campaña fue sucesivamente prorrogada por la Orden ministerial de 8 de febrero de 1965 y 15 de marzo de 1966. En todas estas disposiciones se condicionaba la concesión de tales primas al sacrificio de las reses en mataderos de poblaciones de más de 50.000 habitantes, en mataderos frigoríficos y municipales de capitales de provincia, en espera de que se arbitraran medidas para la implantación general en todos los mataderos del país.

El Decreto 563/1968, de 23 de marzo, amplió la prima hasta seis pesetas para las canales con pesos superiores a los 210 kilogramos, todo

hepi

hidrogenado

50
100 B₁₂
polvo oral
vitaminado

salud de hierro para los lechones



PRODUCTOS NEOSAN, S. A. Francisco Tárrega, 16-20 - BARCELONA (16)

ello con la finalidad de orientar la producción de carne bovina hacia animales jóvenes de gran peso y buen acabado.

La experiencia de tres años de aplicación de este incentivo ha puesto de manifiesto la conveniencia de ampliar la red de mataderos autorizados para su concesión, con el fin de que el citado estímulo llegue a todo el país en evitación de desabastecimiento en determinadas zonas y para limitar los desplazamientos de ganado desde las zonas de producción a los mataderos de las grandes ciudades.

En consecuencia, esta Presidencia del Gobierno, a propuesta de los Ministros de Agricultura y de Comercio y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 26 de julio de 1968, ha tenido a bien disponer lo siguiente:

1.º Las primas al vacuno añojo autorizadas por el Decreto 563/1968 serán acreditadas en todos los mataderos frigoríficos, mataderos municipales de capitales de provincia y de poblaciones de más de 20.000 habitantes, así como en aquellos otros cuyo sacrificio de ganado vacuno haya sido en el año anterior igual o superior a las 400 toneladas métricas. En este último caso se requerirá una autorización previa de la Dirección General de Ganadería.

2.º En caso excepcional y mediante aprobación por la Comisaría General de Abastecimientos y Transportes, oída la Dirección General de Ganadería, se autorizará el pago de las primas al vacuno añojo en los mataderos situados en municipios de zonas turísticas durante el período que se determine por la propia Comisaría General de Abastecimientos y Transportes.

3.º La Dirección General de Ganadería organizará el servicio técnico de clasificación en la misma forma que en los mataderos hoy autorizados, y sin que ello represente incremento del gasto público.

(B. O. del E., del 5 de agosto de 1968).

Gobierno Civil

CIRCULAR N.º 45

AMPLIANDO EL PLAZO DE VACUNACIÓN ANTIRRÁBICA OBLIGATORIA DE LOS PUEBLOS DE LA PROVINCIA

De conformidad y en cumplimiento de las instrucciones recibidas de la Dirección General de Ganadería, se prorroga el plazo fijado hasta el 15 de julio próximo pasado, según la Circular de este Gobierno Civil núm. 22, de 2 de abril último (*Boletín Oficial* de la provincia

del 9), para la vacunación antirrábica obligatoria, ampliando su cumplimiento hasta el día 20 de septiembre próximo.

Lo que se hace público para su cumplimiento y general conocimiento.

Barcelona, 9 de agosto de 1968. — El Gobernador civil, TOMÁS GARICANO GOÑI. — (*B. O. de la P.*, del 13 de agosto de 1968).

CIRCULAR N.º 46

SOBRE VACUNACIÓN CONTRA LA BRUCELOSIS DE LOS ANIMALES

De conformidad con lo ordenado por la Dirección General de Ganadería, en resolución de fecha 20 de julio de 1968 (*Boletín Oficial del Estado* núm. 190, 8-8-68), dictada de acuerdo con la Ley de 20 de diciembre de 1956, Decreto de 4 de febrero de 1955 y Orden del Ministerio de Agricultura de 17 de febrero de 1967, a propuesta del Jefe del Servicio Provincial de Ganadería, he acordado disponer:

1.º En las fechas y con arreglo a las normas que más adelante se indican, en toda la provincia de Barcelona se desarrollará una campaña contra la brucelosis de los animales bovinos, lanares y caprinos.

La campaña se desarrollará mediante un sistema mixto de:

- Inmunización de especies y censos convenientes.
- Detección de enfermos y sacrificio con indemnización en la especie caprina.
- Control sanitario de ganaderías de sanidad comprobada, diplomadas y paradas de sementales.

2.º La campaña dará comienzo el día 15 de septiembre del corriente año, deberá finalizar el 31 de diciembre próximo, salvo que por circunstancias varias no pudiera realizarse en el expresado plazo; en este caso debería quedar finalizada antes del 20 de marzo de 1969.

3.º Se establece para la especie bovina la vacunación obligatoria contra la brucelosis de todo el censo provincial en todos los ejemplares de edad superior a 3 meses, sea cualquiera su aptitud y raza.

Quedan excluidos los efectivos bovinos de las ganaderías de sanidad comprobada, ganaderías diplomadas y paradas de sementales.

4.º Sistemáticamente y fuera de los plazos conferidos a la presente campaña, en años sucesivos serán vacunados todos los bóvidos de 3 a 9 meses de edad, que hayan nacido con posterioridad al saneamiento de establo, para lo cual el ganadero deberá comunicar el nacimiento o la entrada de bóvidos de esta edad en su establo, al veterinario titular.

5.º Todas las reses bovinas vacunadas serán marcadas en la ore-

ja, mediante marca de perforación cuya tenaza y troquel será proporcionado gratuitamente por la Dirección General de Ganadería.

6.º En los municipios en los que hayan sido comunicados casos de brucelosis humana, todos los censos ovinos de edad superior a 4 meses y sin límite de edad superior serán vacunados teniendo en cuenta, para la aplicación de la vacuna, el estado de gestación de las ovejas.

En el resto de los municipios se podrá proceder a la vacunación de los censos ovinos, cuyos ganaderos deseen acogerse voluntariamente a estos beneficios.

7.º La vacunación será practicada por los veterinarios titulares, dentro de los plazos previstos por los Directores de las campañas, y en los casos necesarios, por los veterinarios contratados de la Dirección General de Ganadería.

La vacuna es totalmente gratuita y será suministrada por la Dirección General de Ganadería, pudiendo percibir el veterinario titular por la vacunación la tasa 21.10, apartados 2.º y 3.º, y por los gastos de marcaje, material y reposición, la cantidad de 3 pesetas por bovino y 1 peseta por ovino, siendo el desplazamiento, en caso de que lo hubiera, por cuenta del ganadero.

8.º Para la especie caprina, independiente de la campaña que se desarrolla de acuerdo con la O. M. de 17 de febrero de 1967 y las resoluciones de las Direcciones Generales de Ganadería y Sanidad de 14 de junio de 1967, se procederá en todos los municipios donde hayan sido comunicados casos de brucelosis humana a los Servicios de esta Dirección, a la detección mediante seroaglutinación de reaccionantes positivos, con sacrificio o indemnización, según baremos aprobados por la Dirección General de Ganadería.

9.º Asimismo, en los casos en que se proceda a saneamiento de rebaños de ovinos, en donde convivan cápridos, en éstos será realizada detección de reaccionantes a la seroaglutinación, y los positivos serán sacrificados e indemnizados, dentro de las disponibilidades presupuestarias.

10. Dentro del período de la fase ejecutora de la campaña se realizará una revisión de todos los ejemplares bovinos, ovinos, suinos y caprinos que compongan las explotaciones de sanidad comprobada y ganaderías diplomadas, mediante seroaglutinación rápida con antígeno brucelar standard.

Los animales reaccionantes positivos, de acuerdo con el contenido de la O. M. de 14 de enero de 1957 (*Boletín Oficial del Estado* del 22), por la que se regula a concesión de títulos de ganaderías diplomadas, habrán de ser eliminados de las explotaciones. Esta eliminación correrá a cargo del ganadero y deberá ser efectuada en un plazo máximo de un mes, para así poder continuar en posesión de los títulos correspondientes.

11. Asimismo se realizará la revisión sanitaria de todos los sementales establecidos en paradas autorizadas de las citadas especies, procediéndose de igual modo que en el caso anterior.

12. Las procedentes revisiones y controles sanitarios se desarrollarán bajo la dirección técnica de los Directores de los Laboratorios Pecuarios Regionales correspondientes y de acuerdo con lo dispuesto en las OO. CC. 17/66 y 18/66 de esta Dirección General de Ganadería.

13. Cuando alguna explotación de las comprendidas entre las ganaderías de sanidad comprobada, diplomadas y paradas de sementales no tenga animal reaccionante alguno, será propuesta a la Dirección General de Ganadería para reconocerla como «Explotación exenta de brucelosis».

En el resto de los casos, esto es, donde se hayan practicado vacunaciones, se otorgará también el certificado de explotación exenta de brucelosis, cuando hayan transcurrido 10 meses sin la presentación de casos clínicos y se haya procedido al diagnóstico etiológico de los abortos, si los hubiera, comprobándose así que no se deben a brucelosis.

Las explotaciones que obtengan el certificado de «Exentas de brucelosis» quedarán sometidas a inspecciones y comprobaciones periódicas.

14. Por los Ayuntamientos de la provincia que conozcan abortos dentro de una explotación, para el diagnóstico etiológico se remitirán muestras a los Laboratorios Pecuarios Regionales, y éstos procederán a cuantas pruebas consideren convenientes para determinar la etiología y el tipado de brucelas, si se debiera el aborto a causa brucelar.

15. Por los Ayuntamientos de la provincia, con el asesoramiento del veterinario titular, se remitirán en el pazo de quince días una relación de ganaderos, con expresión del censo de animales bovinos de edad superior a tres meses, que habrán de ser vacunados obligatoriamente contra la brucelosis; una relación de poseedores de ganado lanar que deseen vacunarlos con carácter voluntario, indicando número de animales de más de 4 meses.

15. Por el Jefe del Servicio Provincial de Ganadería se dictarán las instrucciones complementarias a los veterinarios encargados de la práctica de la operación de vacunación.

17. El incumplimiento de lo dispuesto en la presente orden por autoridades locales, ganaderos y veterinarios será sancionado, previa instrucción de expediente por mi autoridad, con arreglo a las disposiciones vigentes.

Lo que se hace público para su cumplimiento y conocimiento.

Barcelona, 13 de agosto de 1968. — El Gobernador civil, TOMÁS GARICANO GOÑI. — (B. O. de la P., del 20 de agosto de 1968).

VIDA COLEGIAL

Necrológicas. — El pasado día 24 de junio, falleció en Santa Coloma de Gramanet, doña Teresa Luna Herrera, a los 73 años, madre política de nuestro compañero titular de Jorba, don Eduardo Rué Piqué.

— En Vigo, ha fallecido a los 82 años, don Ramón Justel García, padre de nuestro compañero, titular de San Pedro, don Ramón Justel Parada.

— En Llinás del Vallés, ha fallecido el día 29 de julio, don Jaime Codina Camp, padre de nuestro compañero, don Juan Codina Tuno, veterinario de Mollet.

A sus hijos, nietos y demás familiares les expresamos nuestro más sentido pésame.

Nacimientos. — El día 7 de julio, en el hogar de los señores Baucells, en San Hipólito de Voltregá, nació el pequeño Francisco Baucells Alibes.

— El día 22 de julio pasado, nació en el hogar de los señores de Justel, su primer hijo, una niña, a la que se le impuso el nombre de Lorena Justel Domínguez.

— El día 10 de agosto, nació en Barcelona, el cuarto hijo de los señores Ballabriga, el cual fue bautizado con el nombre de Angel-Josué Ballabriga Begué.

Con tal fausto motivo, felicitamos cordialmente a los venturosos padres.

Colegiados. — En la reunión de la Junta de Gobierno del día 16 de julio, al darse de alta don Francisco Javier Gabás Azcón, el número de colegiados se eleva a 311.

Reunión de la Junta de Gobierno

Acta de la sesión celebrada el día 16 de julio de 1968.

En el local social, a las 5 de la tarde, se reúne la Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Veterinarios, bajo la Presidencia de don José Séculi Brillas, con asistencia de los miembros de la misma, excusa su asistencia don Narciso Marcé, actuando de Secretario don Félix Bernal García.



AUREOMICINA*

Cefidato de doretracina

BOLOS SOLUBLES 500 mg.

***el antibiótico de amplio espectro, bajo una fórmula estudiada para
prevenir y combatir las temidas infecciones puerperales***

CYANAMID

Laboratorios Reunidos, S. A.

Núñez de Balboa, 56 - Madrid-1

Abierta la sesión, se da lectura al acta de la sesión anterior que es aprobada.

Se pasa al orden del día tomándose los siguientes acuerdos:

Dar de alta como colegiado a don Francisco J. Gabás Azcón, de Barcelona, incorporado.

Escrito del Secretario del Montepío de Veterinarios Titulares en el que se notifican los trámites a seguir para la concesión de las prestaciones que concede dicho Montepío, remitiendo impresos-modelo para solicitarlas. Se encarga al Jefe de la Sección de Previsión la puesta en marcha de esta Sección.

Circular número 1.770 de la Sección Social del Consejo General de Colegios Veterinarios dando normas unitarias a los contratos entre los veterinarios técnicos sanitarios y los mataderos industriales de aves, remitiendo al propio tiempo ejemplares de contratos impresos. Se acuerda publicarla en los ANALES y remitir los impresos a aquellos Directores Técnicos Sanitarios que aún no tuvieran firmado el contrato.

Oficio número 3.169 de la Secretaría del Consejo General de Colegios Veterinarios, dando cuenta haber remitido a los Directores Generales de Sanidad y Ganadería el escrito de este Colegio sobre la necesidad de realizar una campaña de propaganda por Televisión sobre la vacunación antirrábica.

Otro, número 1.975 de la misma Sección dando cuenta del acuerdo de la Permanente del Consejo de felicitar a este provincial por la colaboración y éxito en la organización de las Jornadas Hispano-Francesas de Aplicación del Frío en la Conservación de Alimentos.

Oficio de la Jefatura Provincial de Sanidad dando cuenta de la Resolución publicada en el «B. O. del Estado» de 28 de junio, sobre la exposición pública de la relación de vacantes de Veterinarios Titulares ocurridas hasta el 31 de diciembre de 1967, quedando expuesta en este Colegio dicha relación.

Por la Secretaría del Consejo se remite a este Colegio la Copia del Texto del Recurso interpuesto por dicho Organismo contra el Decreto 999/1968 al Consejo de Ministros.

Igualmente se remite copia de los acuerdos programáticos de actuación tomados en la Asamblea de Consejeros y Presidentes de los Colegios Oficiales de Veterinarios el día 8 de julio de 1968, reunidos en Madrid, con relación al problema creado por el Decreto 999/1968.

La Junta de Gobierno, después de un detenido estudio de los mismos, considera que dichos acuerdos coinciden con los adoptados en la reunión celebrada en los locales del Colegio el anterior día 4 y en la cual se invitó a todos los colegiados para unificar criterios, reiterándose la necesidad e inminente puesta en práctica de reiteradas gestiones a nivel ministerial, el movilizar los medios de difusión, la interpelación del procurador en Cortes, etc.

Vistas las irregularidades observadas en el suministro de elementos de vacunación antirrábica en la campaña actual por los Servicios Veterinarios de Manresa, se acuerda remitir a la Jefatura Provincial de Ganadería los documentos pertinentes a fin de que proceda a efectuar la correspondiente comprobación de la marcha de la vacunación antirrábica.

Por la Sección de Previsión, se acuerda conceder la ayuda en concepto de subsidio de defunción de 50.000'— pesetas, con cargo al Fondo Mutual de Ayuda, a la viuda del colegiado don Ramón Vilaró Galcerán (e. p. d.).

Igualmente se acuerda conceder el subsidio de defunción de 50.000'— pesetas con cargo al Fondo Mutual a la viuda del colegiado don Alejandro Mora Galangau (e. p. d.).

Por ayuda de intervención quirúrgica al colegiado don Celedonio García García, la cantidad de 2.500'— pesetas.

El Jefe de la Sección Económica da cuenta del envío al Consejo en concepto de impresos, sellos varios, correspondientes al 4.º trimestre de 1967, por un total de 264.420'— pesetas.

Sin más asuntos que tratar, se levanta la sesión, siendo las 9 de la tarde.

Colaborar en las actividades científicas, sociales, profesionales y
benéficas del Colegio, es contribuir con tu esfuerzo
a una Veterinaria mejor

Nos complacemos en publicar, a continuación, los temas presentados en las Jornadas Hispano-Francesas sobre Aplicaciones del Frío a la Conservación de Alimentos, organizadas los días 7, 8 y 9 de mayo por la Academia de Ciencias Veterinarias, del Colegio Oficial de Veterinarios de Barcelona y las cuales tuvieron un éxito resonante bajo todos los aspectos de participación, altura científica y colaboración profesional.

I N D I C E

- Efectos del frío sobre las estructuras organizadas, por *J. D. Esteban*.
- Tratamiento frigorífico de carnes. Alteraciones de las mismas, por *R. Pozo*.
- El Matadero Frigorífico. Organización y funcionamiento, por *J. R. Prieto*.
- Tratamiento frigorífico de pescados. Alteraciones, por *F. Bernal*.
- Congelación de pescado a bordo. Aspectos técnico y biológico, por *J. A. Muñoz-Delgado*.
- Radiaciones ionizantes y frío en la conservación de alimentos, por *S. Palacios*.
- Fisiologismo de frutos y vegetales y su importancia frente al tratamiento frigorífico, por *P. Marcellin*.
- Tratamiento frigorífico de frutos y productos vegetales perecederos, por *P. Marcellin*.
- La estación hortofrutícola. Organización y funcionamiento, por *M. Anquez*.
- Generalidades sobre la producción de frío industrial, por *E. Möller*.
- La cadena del frío y el transporte frigorífico, por *M. Anquez*.

Efectos del frío sobre las estructuras organizadas

por J. D. ESTEBAN

Dr. Veterinario Diplomado por Pavis en Técnicas Frigoríficas

La materia organizada es la que constituye entre otros, todos los alimentos objeto de conservación en régimen de frío y que van a ser objeto de estudio especial en estas JORNADAS. Todos esos alimentos están formados por tejidos más o menos modificados y más o menos especializados sobre los que el frío va a ejercer su acción y serán objeto de modificaciones, a veces invisibles o imperceptibles y otras manifiestas que pueden alterarlos. Esos tejidos no son más que en todos los casos asociaciones de células, cuya constitución, con variantes diferentes es siempre la misma.

Estas células que son los elementos constitutivos de la materia organizada que en nuestro caso nos ocupa, son en muchas ocasiones células inertes o muertas y en otros se trata de células vivas, que siguen realizando funciones vitales durante el transcurso de su conservación en régimen de frío, aunque estas funciones estén ralentizadas. El frío en todos los casos ralentiza estas funciones vitales y en teoría al menos no llega a anular la vida, es decir, esta organización celular. Prueba de ello son las experiencias que ya datan de 1950 y que realizó BECQUEREL, sometiendo células vivas, cuales semillas de plantas, esporos de mohos y otros microorganismos a una temperatura próxima al 0° absoluto (-273°C) y que después situadas en condiciones normales recobraron sus actividades vitales ordinarias y las semillas germinaron, los esporos se multiplicaron y los microorganismos siguieron vivos y realizando funciones vitales como si nada hubiera sucedido.

Esto no significa que en cualquier circunstancia en que se sometan a bajas temperaturas organismos vivos va a suceder lo mismo, puesto que hacen falta unas condiciones especiales para que esto suceda. A esas bajas temperaturas los procesos vitales se han relantizado o anulado (anabiosis). Se calcula que a esas temperaturas próximas al 0° absoluto o KELVIN, la vida debe seguir sus procesos a una velocidad 70 trillones de veces más lenta que a la temperatura ambiente ordinaria. Esto es, que si en teoría se llegase a poder someter a un ser vivo superior, a un hombre por ejemplo, a esas temperaturas, después de mantenerlo así durante 70 trillones de años, habría envejecido un año. Aun cuando se trate de una pura fantasía científica, sirve como ejemplo de que la vida, al menos en teoría, sigue a las más bajas temperaturas. Y en la práctica, aparte de productos biológicos, los vegetales son elementos vivos conservados a bajas o medianas temperaturas. Sus células están vivas y de aquí ciertos problemas que su conservación presenta y que no son comunes a las de otros alimentos.

Convendrá a efectos prácticos realizar un recordatorio elemental de la constitución de ese elemento simple constitutivo de la materia organizada que es la célula y en la que están también incluidos todos los elementos fisicoquímicos de la materia organizada y por ende los alimentos.

* * *

El 95 % de los elementos que constituyen las células son: el carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno en proporciones variables, siendo ya elementos que entran en menor proporción el azufre, cloro, fósforo, calcio, magnesio, sodio y potasio, además de toda otra serie de elementos que en cantidades muy pequeñas son constituyentes celulares o de los humores o sustancias intermedias de los tejidos, cuales el hierro, cobre, zinc, cobalto, manganeso, yodo, etc.

De todos estos elementos el hidrógeno y oxígeno formando el agua, representan la parte más importante de los seres vivos, en algunos de los cuales llega a constituir más del 90 % del mismo, de donde su particular importancia; además el agua entra como disolvente de microelementos que cede o toma y que por tener un punto crioscópico muy alto ejerce una gran influencia en los procesos de enfriamiento de la materia organizada, por provocar concentraciones en soluciones que pueden o no ser reversibles y que influyen en la conservación de las estructuras de los alimentos.

COMPUESTOS ORGANICOS

Todos los compuestos orgánicos tienen como elementos integrantes el carbono y el hidrógeno. Además pueden tener oxígeno, nitrógeno y en

menor cantidad azufre, fósforo y otros diversos que le dan caracteres especiales. Sufren procesos de hidrólisis o de síntesis con relativa facilidad influenciados por acciones fermentativas diversas con modificación esencial de sus estructuras y caracteres. Tienen como característica el poseer un elevado calor específico, lo que si tiene como consecuencia que se precisen muchas calorías para elevar su temperatura, se precisen también muchas frigorías para que esta descienda. Como elementos integrantes de los principios inmediatos son fácilmente asiento de microorganismos que los alteran y son también sustancias muy sensibles a las fermentaciones, en las cuales se basan algunos procesos de conservación, pero también procesos de alteraciones que los inutilizan.

Su mantenimiento en equilibrio estable está grandemente influenciado por fenómenos de presión osmótica y puede considerarse que los fenómenos vitales en el fondo no son más que un equilibrio de presión osmótica en el cual el frío juega un importante papel por ejercer influencia en la concentración de las soluciones y alterar las condiciones de equilibrio de las mismas.

A efectos prácticos se clasifican los compuestos orgánicos en tres grandes grupos: glúcidos, lípidos y próticos. Los glúcidos o hidratos de carbono son sustancias ternarias cuya fórmula general es $C_n(H_2O)_n$; poseen en sus moléculas dos o más grupos alcohólicos y uno o más aldehído o cetónico y pueden ser glúcidos simples o monosacáridos y glúcidos complejos o polisacáridos, resultantes de la unión de varios glúcidos simples. Aparte del agua son los componentes esenciales de las sustancias vegetales, resultado de la actividad clorofílica, que se calcula según MONVOISIN, produce anualmente 100.000 millones de toneladas de estas sustancias. Entre los glúcidos hemos de contar los azúcares, almidón, celulosa, gomas, etc., y otros derivados glucósidos entre los que cabe citar los colorantes vegetales.

Los lípidos son en su mayoría compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno que resultan de la combinación de uno o varios ácidos grasos con un alcohol. Son poco solubles en agua, pudiendo formar al dispersarse soluciones coloidales o emulsiones y solubles en los solventes de las grasas (éter, cloroformo, etc.). Son elementos de elevado calor específico y presentan una mayor complejidad y diversidad química que los glúcidos. Constituyen sustancia orgánica de reserva e intermedia y son esencialmente sustancias termógenas por ese elevado calor específico a que hemos hecho referencia. Un grupo importante lo constituyen las grasas, ésteres resultantes de la reacción entre la glicerina y los ácidos grasos. Es para nosotros importante constatar la diferencia entre ácidos grasos llamados saturados (sin dobles enlaces) y no saturados (con dobles enlaces) por la facilidad con que los insaturados pueden oxidarse en atmósfera ordinaria, y aun a bajas temperaturas, sufriendo procesos de enranciamiento y depreciación subsiguiente.

Los prótidos son compuestos cuaternarios, en los que un nuevo elemento entra a formar parte de los mismos, con lo que al carbono, hidrógeno y oxígeno se agrega el nitrógeno en una proporción que en la práctica se considera constante (16 %). Son complejos de elevado peso molecular, constituidos por cadenas de aminoácidos elementales, cadenas largas y complicadas y que parece ser constituyen la materia esencial de la vida. ROCASOLANO dice que durante la vida se encuentran en estado de continua transformación, que reaccionan por la acción de los más pequeños impulsos físicos, químicos o mecánicos y su estabilidad es incompatible con la vida; es decir, que se trata de elementos en continuo metabolismo. Son integrantes esenciales del tejido muscular.

Estos compuestos orgánicos son los componentes químicos de la célula y por ende de los tejidos animales o vegetales, que constituyen la materia-alimento que se somete a tratamiento frigorífico. Se encuentran en un equilibrio —como hemos dicho— osmótico que varía y oscila con las diferencias de temperatura.

LA CELULA

La morfología general de la célula es bien conocida, al menos en su aspecto esencial, ya que su aspecto íntimo no ha llegado totalmente a evidenciarse, si bien la utilización del microscopio electrónico está en estos momentos realizando descubrimientos sensacionales, que demuestran que la célula es un verdadero mundo de la vida dotada de una serie de funciones y estructuras bastante complejas, mundo de la biología realmente fascinante y apasionador.

En esencia, la célula está constituida por el endoplasma y el núcleo. El endoplasma está rodeado de una membrana celular, de permeabilidad variable, membrana no lisa sino formada en todos los casos por unas microvellosidades protegidas exteriormente por moléculas glucoproteicas y proteínas. Estas microvellosidades están formadas por moléculas de fosfolípidos de forma alargada adheridas unas a otras y cuya mayor o menor separación regula el paso de líquidos al interior de la célula.

El endoplasma tampoco es una estructura uniforme, sino que se estima reticulada, de donde el nombre de retículo endoplasmático, retículo que por un sistema de dilataciones y contracciones regular el paso de sustancias desde el exterior al núcleo y a la inversa, pudiendo considerarse no sólo como un camino de conducción de sustancias haciendo esa posibilidad de intercambio con el medio externo, sino también sistema regulador de los fenómenos de ósmosis. Entre las estructuras que existen en el ectoplasma están el centrosoma, corpúsculos de Golgi, mitocondrias, vacuolas y los retículos-gránulos de Palade, de sin-

gular importancia en el proceso de la vida, pues en ellos se sitúan las ribonucleoproteínas que sintetizan las proteínas específicas propias de cada especie, accionadas por sistemas fermentativos que se sitúan en el interior de las mitocondrias.

En el núcleo se sitúan los cromosomas o vehiculadores de la herencia y el nucleolo. Hasta no hace mucho se venía suponiendo que el núcleo carecía de membrana, aunque se consideraba como membrana lo que se estimaba era una condensación de su parte externa. Sin embargo, el núcleo posee no una, sino dos membranas que guardan cierta similitud con la membrana exterior celular, la del endoplasma. La membrana nuclear externa es también discontinua, presentando numerosos poros que aparecen la mayoría de las veces cerrados, pero que pueden abrirse o cerrarse para establecer comunicación con el endoplasma que le rodea y establecer por ellos los intercambios que regulen sus funciones vitales.

De cuanto hemos expresado y a los efectos prácticos del tratamiento frigorífico tiene singular importancia el hecho de la permeabilidad de las membranas, y más aún el hecho de que esta permeabilidad sea selectiva y variable, al poder modificarse los diámetros de los poros, hecho no plenamente confirmado en lo que se refiere a la membrana nuclear, pero sí en la celular, la del endoplasma.

Es fácil deducir, a través de esta breve y elemental exposición la gran complejidad de la sustancia orgánica y en consecuencia de la gran complejidad que una modificación de su estado físico acarrea, máxime si influye en procesos químicos y biológicos. Es imposible detallar en una exposición como la que nos ocupa todos esos complicadísimos procesos, que por otra parte no están en la mayoría de los casos totalmente aclarados en su intimidad, pero sí hacer una revisión general de los mismos en orden a una mayor comprensión de lo que sucede cuando tratamos en régimen de frío los alimentos.

EL AGUA

Como el agua es el componente esencial de la materia organizada, ya que representa de un 60 a un 90 % de la misma y engloba en su seno sustancias en disolución, la naturaleza de estas disoluciones y el comportamiento de las mismas tiene una singular importancia.

Por una parte se considera existe esencialmente un agua libre, que disuelve elementos diversos intra o extracelulares y que juega un importante papel en la regulación de la presión osmótica y actúa como vehiculadora de sustancias diversas. Por otra parte hay un agua de inhibición, que está íntimamente ligada a micelas orgánicas y un agua de constitución, cuya separación ocasiona profundas modificaciones y en el caso de la materia viva origina una muerte irreversible.

El agua libre y la de imbibición, que son las más fácilmente separables, actúa como disolvente de sustancias diversas. De acuerdo con el tamaño de las partículas que tiene en solución, estas soluciones tienen distintas propiedades. Las soluciones verdaderas, engloban partículas de dimensiones inferiores a 0,001 micra (una micra es una milésima de milímetro) y en ella estas partículas se encuentran distribuidas de una manera uniforme, separándose si llega el caso por cristalización de las mismas. Es el caso de una solución de sal en el agua. Hay otro tipo de soluciones, que se llamanseudodisoluciones o soluciones coloidales, en las cuales las partículas son mucho mayores, de diámetros comprendidos entre 0,001 y 0,1 micras, que se mantienen en equilibrio por poseer cargas eléctricas y que cuando se separan del agua no lo hacen en forma de cristales, sino en forma de copos o coágulos. A estas soluciones se les llama soles y a las aglomeraciones del coloide geles. Cuando el agua engloba en su seno partículas de mayor tamaño de 0,1 micra, visibles al microscopio, la distribución dentro del medio líquido no es uniforme y hay una tendencia a la precipitación espontánea, que no existe en el caso de las soluciones verdaderas ni en las coloidales, precipitación que es independiente de su concentración, separándose de forma natural el soluto y el solvente.

Cuando se ponen en contacto a través de una membrana semipermeable, que no deja atravesar a las partículas disueltas, pero sí al agua, dos soluciones verdaderas con distinta concentración de soluto o una solución verdadera y agua pura, las concentraciones tienden a equilibrarse. Como a través de la membrana no puede pasar el cuerpo disuelto, lo que sucede es que atraviesa el agua desde la parte en que hay menos concentración a la más concentrada. Si ese medio menos concentrado está cerrado y la membrana es elástica, su volumen reducirá, mientras que si el medio cerrado por una membrana tiene la solución más concentrada por este paso de agua del exterior al interior, aumentará de volumen y según la elasticidad de la membrana llegará a romperse.

Este es el caso de una célula, que se encuentra en un medio líquido, que tiene a su vez líquidos en el interior. Si los medios exterior e interior no tienen soluciones en el mismo grado de concentración, si las soluciones de ambos no son isotónicas, en el primer caso la membrana de la célula, al perder agua se encoge, se plasmoliza y en el segundo se vuelve turgente e incluso estalla y se destruye. En ambos casos la célula sufre deterioros y no es fácil que todos los líquidos orgánicos que pierda en este proceso los recupere, puesto que después se difunden y recombinan con el medio exterior.

En condiciones fisiológicas normales las células viven en medios isotónicos y gracias a ello mantienen su equilibrio vital, pero este equilibrio es muy difícil mantenerlo cuando se someten a la acción del frío

y los fenómenos que acontecen durante el tratamiento frigorífico se reflejan en el conjunto orgánico sometido a régimen de frío.

Considerando, pues, la célula, constituyente esencial de la materia organizada, como un recinto cerrado, aislado del exterior por una membrana semipermeable, en un medio líquido en el que hay agua con solutos diversos, los problemas de enfriamiento vienen dados en función de la congelación de ese agua y demás líquidos intra o extracelulares, pero siempre teniendo en cuenta que es el agua el principal disolvente de sustancias minerales, hidratos de carbono o proteínas.

Cuando se trata de enfriar por bajo del punto crioscópico del agua (0°), resulta que el agua de constitución se solidifica, apareciendo grandes cristales de hielo y el agua que queda en estado de sobrefusión (agua líquida a temperatura inferior a los 0°) disuelve a elementos que se han escapado del agua que se ha solidificado, con lo que la concentración aumenta. Este fenómeno tiene lugar primero en las zonas intersticiales que en el interior de las células; sucede entonces una ruptura del equilibrio osmótico y desecación intracelular para equilibrar la diferencia de concentración de las soluciones; pero el proceso continúa hasta que llega el momento en que el exceso de soluto hace que éste se cristalice y en ese momento toda la masa pasa al estado sólido. Este momento es el que se dice punto eutéctico.

Si se tratase de una solución concentrada, por efecto del frío, la precipitación antecede a la solidificación del agua, con lo que la mezcla se diluye y entonces es posterior la formación de cristales de hielo;

El concepto punto eutéctico, de singular importancia, es el momento en que se sucede una cristalización y congelación simultánea. Este punto es distinto para cada solución. Si este punto se consigue de una forma rápida, la desituación de los diversos materiales integrantes de la materia organizada es mínima, queda cada uno en su sitio, como si se hubiera procedido a una fijación perfecta. Todo el tiempo que transcurre hasta alcanzar la temperatura del punto eutéctico ha estado aconteciendo una concentración o una dilución de la mezcla y ha estado variando la presión osmótica y dañando por consiguiente el producto. Los daños que se producen son de ordinario irreversibles o sólo parcialmente reversibles, aunque en alguna ocasión no lleguen a apreciarse.

Vemos pues, que cuando se enfría una solución, no se congelan soluto y solvente de una forma simultánea y paralela, sino que el solvente se congela y el soluto se cristaliza, quedando separados. En la materia orgánica, donde el solvente ordinario es el agua y los solutos son sales minerales diversas, el agua queda separada y por formar el todo una masa compartida sólida no se aprecia esta separación, pero al

reconstruirse el producto por desenfriamiento, vemos que normalmente hay una pérdida de sustancias acuosas, que pueden arrastrar y en la práctica arrastran algunas en disolución.

Si ese agua de constitución de los productos alimenticios que se enfrían puede quedar englobada en interior de membranas, que siempre existen en la misma, y se evita que éstas se lesionen, entonces se recuperará con bastante integridad el mismo, porque el agua a medida que se va deshelando vuelve a disolver las mismas sustancias que antes tenía disueltas. Pero si las membranas que retienen el agua de los productos en cuestión, se lesionan, entonces se iniciará una pérdida de agua, que arrastrará a través de las soluciones de continuidad habidas, productos en disolución.

El agua en disoluciones coloidales, el otro tipo de disoluciones en que el agua se encuentra en la materia orgánica, si el enfriamiento congelante es rápido, se cristaliza «in situ» quedando los cristales de hielo englobados en el interior del gel. Si el enfriamiento es lento, entonces hay una contracción del coloide, el agua se expulsa y se congela en la superficie de una red coloidal, fuera de la misma.

Vemos, pues, que en las sustancias orgánicas, que constituyen la totalidad de los alimentos, el problema es bastante complejo. El agua disuelve por una parte sustancias de tipo mineral y por otra parte sustancias de tipo orgánico, coloidal esencialmente. Además, e independientes del equilibrio que entre el núcleo y protoplasma de una célula exista, existe otro equilibrio global entre la célula y el medio exterior. Sabemos que se trata en todos los casos de estructuras microscópicas y cabría pensar que el frío ha de avanzar con rapidez a través de las mismas, pero el conjunto de esas estructuras microscópicas constituyen conjuntos que todos sabemos que son de gran volumen. Y por otra parte hay que pensar que esas estructuras microscópicas constituyen un verdadero mundo de activo metabolismo y mantenido en delicado equilibrio; y también que sería precisa una penetración de frío de extraordinaria rapidez para inmovilizar todos los componentes orgánicos de forma simultánea con lo que el producto no sufriría alteración alguna, y esta velocidad sería la de realizar la congelación a una velocidad de 100.000° por segundo alcanzando una temperatura por bajo del punto eutéctico inferior considerado para la solución que lo tenga más bajo. Lógicamente hay que pensar que esta velocidad de enfriamiento sólo se puede conseguir manejando estructuras de espesor pequeñísimo y en laboratorio, sin posible aplicación práctica por el momento.

Otro problema que se plantea con el enfriamiento, es la desnaturalización que a bajas temperaturas sufren las proteínas, problema por demás complejo, por cuanto existen unos márgenes de temperaturas bastante amplios entre los cuales la desnaturalización tiene efecto, y

que se agrava por el hecho de que estas temperaturas en que las proteínas se alteran son diferentes para cada una de ellas, lo que obliga a estudios delicados para determinar cuáles son los saltos de temperatura que son necesarios salvar de forma muy rápida en cada caso. Y si consideramos que la materia orgánica que se conserva en régimen de frío es un complejo de proteínas de muy diversas naturalezas, tendremos la dificultad de establecer estos márgenes de conservación.

En el caso de la β -lipoproteína, por ejemplo, el índice de desnaturalización máximo, está comprendido entre los -20° y -50° ; lógicamente hay que salvar para mantener la integridad de la β -lipoproteína ese bache de temperatura de la forma más rápida posible para evitar una desnaturalización irreversible de la misma.

Aun disminuyendo la temperatura los procesos metabólicos, los fermentos siguen ejerciendo sus funciones y degradando o sintetizando sustancias. Esta es la razón de la destrucción de fermentos que se lleva a cabo en vegetales mediante los procesos de blanqueado. Pero cuando no se puede proceder o no se procede a estas destrucciones de fermentos, se siguen o pueden seguir, en el caso de las grasas, alteraciones por saponificación u oxidaciones, procesos que con las bajas temperaturas se ralentizan pero no se anulan totalmente (a -25° se oxida la grasa de buey). Otro tanto sucede cuando se trata de prótidos o carbohidratos y un ejemplo bastante claro lo tenemos con lo que sucede con la patata. El almidón de la patata por efecto de un enzima, la fosforilasa, se transforma en azúcar, azúcar que se utiliza en los procesos respiratorios y que por consiguiente se elimina. Ahora bien, a temperaturas de 0° a -1° , sucede que el proceso respiratorio está ralentizado, mientras que la formación de azúcar a partir del almidón no lo está y resulta un acúmulo de azúcar (sacarosa) que da ese sabor dulzón a la patata helada o muy enfriada en frigorífico; en este caso es de notar que a todo ello colabora el que haya otro enzima que inhibe la acción de la fosforilasa y que se inactiva muy rápidamente por acción del frío, mientras la fosforilasa puede seguir actuando, aún más libre que de ordinario.

Los enzimas tienen su óptimo de acción entre un óptimo de temperatura, que se sitúa entre los 20° y 50° , según el enzima en cuestión. Por encima de la temperatura más alta se inicia una inactivación por desnaturalización de sus componentes protéicos, que hacia los 60° ó 70° es ya total e irreversible (acción del blanqueamiento de vegetales), mientras que el frío no los destruye, aunque ralentiza o inhibe su actividad. Por ejemplo, la pepsina, enzima del jugo gástrico, tiene su óptimo de actividad a 30° , pero aún a -7° , tiene una actividad de un 0,5 a un 2 %. La lipasa, con un óptimo de actividad a 40° , a -8° tiene una actividad de 0,5 al 2 %, y esta actividad no se anula totalmente a -31° con algunos aceites, como el de ricino.

A veces, a bajas temperaturas se nota una especie de reactivación enzimática, que puede ser debida a que la congelación del agua les permite ponerse más en contacto con los sustratos sobre los que actúan o a que las lesiones tisulares facilitan una penetración más libre en el interior de las estructuras. También se ha observado que los procesos de congelación y descongelación repetidos aumentan su actividad, de donde constituyen un factor más de alteración de productos que se someten a estos procedimientos, totalmente proscritos.

* * *

El agua, constituye esencial de la materia viva y organizada, al congelarse aumenta de volumen, lo que explica de manera elemental ciertas alteraciones por un proceso puramente mecánico, del frío. Hasta hace unos años ésta era la explicación fundamental de las alteraciones que se sufrían en los procesos de congelación. También se observó que el agua se solidificaba en forma de cristales gruesos cuando el enfriamiento es lento o próximo a los 0° , mientras que un enfriamiento rápido da lugar a formación de cristales de hielo muy pequeños y que producen menos lesiones en los tejidos.

LUYET, que ha introducido el concepto de vitrificación en los estudios sobre congelación de células, ha explicado que el agua existe en varias formas distintas en los tejidos: un agua vital, ligada al protoplasma celular, de tal forma, que su separación ocasiona la muerte celular e irreversibilidad del proceso; una fracción congelable a posteriori de la muerte celular; una fracción de agua separable sin producir alteraciones del protoplasma; un agua en estado de sobrefusión, que continúa líquida aún a muy bajas temperaturas (hasta -40° al menos). Este agua en sobrefusión tiene una importancia extraordinaria, es muy inestable y cualquier choque o adición de cristal o centro de cristalización produce su solidificación inmediata. Pero es precisamente ese agua, lo que explica ciertas fases del proceso en virtud del cual no mueren las plantas de zonas polares, sometidas a muy bajas temperaturas o las de regiones que sufren heladas periódicas o nocturnas.

Cuando se enfría un medio orgánico, con contenidos celulares en medio líquido, que es lo ordinario, si el enfriamiento es lento, sucede que a -2° ó -4° empiezan a formarse en el medio exterior gruesos cristales de hielo en torno a pocos núcleos de cristalización, al tiempo que el medio se concentra y se hace hipertónico, produciendo una contracción celular por salida de líquido del medio interno. Estos cristales aumentan por superposición de cristales en torno a ellos mismos, con lo que se hacen más y más grandes de forma progresiva y lesionan las paredes de las células y tejidos, células que por otra parte se han plasmolizado.

Cuando el enfriamiento es moderadamente rápido (a -20°) puede observarse un proceso como en el caso anterior, pero es más frecuente que surjan numerosos puntos de cristalización dando lugar a una gran formación de pequeños cristales, quedando igualmente un líquido extracelular hipertónico; la célula se contrae igualmente y termina por sufrir un proceso de congelación del mismo tipo que el extracelular.

En ambos casos, los cristales ocupan la mayor parte del medio y siguen creciendo lentamente, hasta que a -45° se detiene este crecimiento por haber una cristalización total del medio. Las alteraciones que se producen, supone REY que se deben más al fuerte choque osmótico como consecuencia de la concentración del líquido intercelular, que a los cristales de hielo en sí.

El frío aumenta la permeabilidad celular, porque el movimiento de los fosfolípidos de la membrana es más lento y el tiempo en que están separados es mayor que de ordinario y ello permite la salida de líquido del interior y también de sustancias en disolución con el mismo, con lo que se producen alteraciones difícilmente reversibles.

Cuando se procede a una descongelación, los cristales tienden a reagruparse formando cristales aún mayores que son los que realmente provocan lesiones mecánicas en las membranas, aparecen también primeramente soluciones hipertónicas, que terminan por alterar toda la estructura del medio. Si la descongelación es rápida los fenómenos de descongelación descritos pueden desarrollarse con tal rapidez, que las alteraciones son casi nulas. De las observaciones de REY, parece deducir que durante la congelación, las alteraciones son debidas al choque osmótico, mientras que en la descongelación, son debidas a fenómenos puramente mecánicos.

Cuando se procede a una congelación brutal (-100 ó más), entonces al saltarse los puntos eutécticos de las diversas soluciones, se produce una vitrificación del agua de constitución de todos los elementos congelables simultánea; se evitan los movimientos del agua y las estructuras se mantienen sin alteración alguna, siempre a condición de que el enfriamiento sea rápido y se extienda a todo el producto a tratar. En la práctica esto es imposible, salvo en condiciones de laboratorio, pero es el sistema a seguir en el tratamiento de estructuras vivas delicadas, y el procedimiento a imitar en la práctica de las bajas temperaturas. El proceso de descongelación ha de ser también igualmente rápido, para evitar sucedan los fenómenos de descongelación, a veces más graves que los de la congelación en sí.

Con todo, existe una influencia del grado de deshidratación de una sustancia y la alteración consecutiva de sus estructuras por el frío, y una previa desecación dentro de los límites de las posibilidades prácticas, facilita posteriormente la conservación de las estructuras por el

frío. Así, si se tratan semillas de cebolla con un 12 % de humedad a -190° , se puede conseguir hasta un 50 % de germinaciones de las mismas, mientras que si el grado de humedad es del 30 %, solamente se consiguen un 5 %, prueba de que las estructuras han quedado más intactas en el primer caso.

Como resumen, de lo hasta ahora expuesto, hay que considerar, que el frío sobre las estructuras organizadas puede dar lugar a la formación de hielo en el interior de las mismas sin fenómenos de sobrefusión, o a un predominio de los fenómenos de sobrefusión, resultando que cuando la sobrefusión se mantiene, las estructuras se mantienen.

La sobrefusión puede terminar por múltiples causas en formación de hielo, que en el caso de ser intracelular daña seriamente a las estructuras celulares; si es extracelular, puede dar lugar a una deshidratación gradual de la célula, con lo que ésta por este proceso deshidratante sufre pocos daños, pero si la deshidratación es brusca e intensa, se produce una plasmolisis irreversible con alteración de las estructuras.

Posteriormente, una descongelación también rápida, se comporta, por evitar los fenómenos intermedios de la descongelación o limitarlos, como más favorable al mantenimiento de las estructuras organizadas.

De todas formas, como tanto los procesos de enfriamiento, como de recalentamiento, tienden a desestabilizar ese equilibrio que no es el normal de las sustancias organizadas, es obvio señalar, que siempre será perjudicial cualquier alteración de temperatura, mucho más si tenemos en cuenta que en el caso de los alimentos, no se alcanzan las bajas temperaturas a que se trabaja en el laboratorio. El diagrama que el I. I. F. ha publicado en 1964 sobre la influencia de estas oscilaciones, en lo que se denomina «historia-tiempo-temperatura» y que ha traducido a cifras las alteraciones de los alimentos, de acuerdo con la temperatura a que se han conservado, tiempo de conservación y oscilaciones termométricas acaecidas durante la misma, ilustra de una manera práctica acerca de la influencia tan notoriamente desfavorable que ejercen sobre los productos en régimen de frío, las oscilaciones termométricas acaecidas en el transcurso de su conservación.

Todas las consideraciones que venimos exponiendo se han estado refiriendo esencialmente a lo que podemos denominar el micro-mundo del frío, a lo que ocurre en la intimidad de la célula y los tejidos, expresado de una forma muy elemental, y para por extensión mejor comprender qué es lo que ocurre y dónde está el por qué de lo que sucede cuando sometemos productos orgánicos, como lo son los alimentos a régimen de frío y mejor comprender así ciertas alteraciones o modificaciones que se observan y tener una base para evitarlas, pues es evidente que los alimentos que situamos en régimen de frío no son ni más ni menos que montones de estructuras celulares en la mayoría de los

casos, y que el sucedido en el total del producto no es más que el reflejo de lo que en cada unidad célula ha acontecido.

Puede fácilmente deducirse que se trata de sustancias inestables que se pretenden estabilizar por el frío, aprovechando conocidos hechos de química, física y bioquímica, como el de la velocidad de las reacciones de VAN'T HOFF en virtud del cual la temperatura influye de forma directa en esta velocidad y en consecuencia a menos temperatura serán más lentas, y ha de ser como consecuencia de ello que las reacciones bioquímicas y los procesos de metabolismo se reducen igualmente a medida que se baja la temperatura.

A través de lo expuesto se deduce que mientras los descensos de temperatura no llegan a un grado de congelación, prácticamente no hay alteración ni modificación de estructura orgánica alguna. Es más, en células vivas incluso se pueden registrar fenómenos de reproducción, que no se anulan ni aún a -5° , lo cual significa que los procesos químicos y biológicos que tienen lugar habitualmente a temperatura ordinaria continúan, pero ralentizados, los fermentos aún tienen cierta capacidad de acción y en consecuencia, la alteración si sucede no es como consecuencia a la utilización del frío, sino a pesar del frío que no ha inmovilizado totalmente la sustancia organizada inestable.

El problema de la alteración estructural de la sustancia organizada se plantea cuando descendemos por debajo de los 0° , cuando el agua de constitución se congela y cuando termina por congelarse todo el producto. Aquí sucede un hecho, que es el que sea el agua el principal constituyente de la materia organizada y el que aumente de volumen al solidificarse, produciendo una expansión del continente. Con todo, este hecho suele soportarse, pero lo que ya no se soporta es el hecho de que el agua se separe de los elementos que están en solución en la misma, y se forme en consecuencia otro sistema de equilibrio que no es el equilibrio orgánico, que la presión osmótica se altere y que se produzcan alteraciones de orden irreversible, alteraciones que si sobre la materia viva tienen efectos fatales, sobre los alimentos a consumir tienen efectos más o menos marcados de donde su extraordinaria importancia.

Es cierto que en el caso de los alimentos no es la conservación de la vida, como tal de los mismos lo que se busca, sino la integridad y estabilidad del producto, pero todo ello depende de que no se produzcan esas alteraciones en que tanto hemos insistido. No hay duda a este respecto que es el agua el enemigo principal de la posibilidad de conservación en perfecto estado de los alimentos, de donde la previa desecación, con enfriamiento posterior, caso de la liofilización viene a ser el sistema ideal de tratamiento frigorífico y puede llegar a difundirse en el futuro si se consigue industrializar a gran escala. Tampoco hay duda que en el caso de conservar alimentos a temperaturas superiores a

los 0°, estos inconvenientes se eliminan, pero al seguir realizándose reacciones de tipo bioquímico, sobre todo fermentaciones, el tiempo de conservación se acorta. Y aquí puede jugar también un gran papel la aplicación de radiaciones ionizantes, que por ser esterilizantes, bloquean de una parte el desarrollo microbiano y por inhibir la acción de enzimas, impide que esos procesos fermentativos se desarrollen.

El problema del tratamiento frigorífico en la práctica de la conservación de alimentos en relación con las modificaciones que pueden sufrir como consecuencia del mismo, no permite por muchas razones generalizarse, pues existe una dependencia de la constitución íntima de cada uno, hecho que va a ser tratado con más amplitud en estas JORNADAS en temas específicos. La forma más segura es la de llegar a realizar en los mismos una *congelación rápida*, término cuya definición precisa ha suscitado numerosas discusiones pero que puede considerarse definido con bastante exactitud en el Diccionario Internacional del Frío, como el sistema de congelación que franquea muy rápidamente la zona de temperatura de cristalización máxima contenida en los alimentos. La adopción de la temperatura — 18° como un término de temperatura clave ponderable no puede aceptarse ni generalizarse como el más correcto aunque sea un término comercialmente considerado y como el más universalmente aceptado.

En el caso de los productos vegetales, cuando éstos se someten a temperaturas que modifican su estructura, a temperaturas de congelación, aparte de que se procede a toda una serie de fases previas, como son el blanqueado o glaseado, o ambas, que ya producen alteraciones estructurales, el blanqueado debilitando estructuras, coagulando albúminas, gelatinizando almidones, el edulcorado variando la tensión osmótica y provocando una emigración de sustancias solubles, etc., viene después la etapa de enfriamiento, en la cual se produce la máxima cristalización del agua entre las temperaturas de — 0'5° y — 5°, razón por la que hay que salvar este bache con la mayor rapidez posible.

La velocidad de enfriamiento es tanto más rápida cuanto mayor superficie en relación con el volumen ofrece el producto en cuestión, pues la penetración a fondo del frío va disminuyendo con el grosor del producto ya que el mismo proceso de congelación actúa formando una superficie aislante a la penetración del frío. Como en los vegetales, el agua ligada a los coloides es escasa, ya que son pobres en proteínas, a temperaturas del orden de — 25° más del 90 % del agua se ha congelado y queda únicamente el agua bioquímicamente ligada a los coloides, esta temperatura puede considerarse suficiente para conseguir mantener con el menor riesgo el producto en buen estado de conservación, aunque parte de esos coloides han perdido agua de constitución, se han retraído y han sufrido proceso de desnaturalización irreversible.

Durante el proceso de conservación o mantenimiento, sigue habiendo movimientos moleculares e intercambios bioquímicos, así como procesos de recristalización y formación de cristales de mayor tamaño, hecho que se acentúa con oscilaciones térmicas, razón por la cual deben ser éstas evitadas, aunque se considera que por bajo de -20° estos movimientos son mínimos y despreciables en la práctica, si bien no puede olvidarse que el oxígeno puede continuar actuando y produciendo procesos oxidativos que acarreen sobre todo pérdidas en vitaminas y enranciamientos de grasas, estos últimos en vegetales de consumo no muy importantes por la escasez de su contenido en grasas.

En la práctica y como ya dijimos atrás el proceso de descongelación es muy delicado, pues debe proceder a una reconstrucción del producto con recuperación y nuevo asimilamiento del agua congelada. Nunca se recupera toda el agua y por ello el producto siempre desmerece, además de las nuevas alteraciones que ya sabemos tienen lugar y que en el comercio se agravan por el transporte, y nuevo acondicionamiento en el punto de venta, que ocasionan fluctuaciones de temperaturas muy perjudiciales si no se sigue un cuidado muy severo.

Por ello los vegetales que se van a consumir en fresco se recomienda se descongelen en el momento de consumo, en refrigerador o agua corriente sin quitarles el embalaje y, los que van a ser cocinados, cocinarlos directamente sin proceder a previo descongelado.

El problema no es lo mismo en el caso de las carnes, con alto contenido proteico, y con un punto entéctico más bajo que el de los vegetales, que precisan una temperatura más baja y mayor rapidez de congelación para evitar alteraciones. Por otra parte, su cantidad en grasas puede producir oxidaciones y consiguiente proceso de enranciamiento, procesos que también se reflejan en la oxidación de la mioglobina y hemoglobina que se traducen en variaciones de color y depreciación comercial.

Hay que tener en cuenta que la carne, antes de ser consumida debe sufrir un período de oreo o maduración, cuyas condiciones pueden influir, si no se realizan con cuidados de higiene y limpieza en el tratamiento frigorífico posterior. Se registra, a consecuencia al parecer de acciones enzimáticas y sobre todo por una cierta pérdida de jugos que suele acontecer, una pérdida en vitaminas bastante importante, entre un 20 y un 40 %, según vitamina y condiciones de almacenaje. Prácticamente el valor nutritivo de las proteínas no ha disminuido e incluso su digestividad se ve aumentada.

Los trabajos de VALDECANTOS, POZO, ESTADA Y SANZ, no encuentran oscilaciones sensibles en la calidad de las carnes congeladas de forma correcta ni que se acentúen de forma manifiesta con el tiempo de conservación, aunque sí existe una influencia en la calidad a conse-

cuencia de oscilaciones termométricas en el transcurso del tratamiento frigorífico.

Para el caso del pescado, por una parte su grasa es mucho más enranciable que la de la carne y las texturas musculares menos rígidas que las de los animales terrestres, por lo que los riesgos de enranciamiento son mucho mayores y al poseer también unos enzimas digestivos muy activos y continuar esta acción enzimática a bajas temperaturas, llega a desintegrar fácilmente las paredes de la cavidad abdominal y facilitar alteraciones masivas posteriores. Las muy bajas temperaturas deben aquí ser más severamente respetadas y la congelación debe realizarse lo más rápidamente posible después de la captura. Igual que con la carne viene sucediendo que el pescado es muy sensible a las oscilaciones termométricas.

Con todo, en el pescado, por el hecho de poseer normalmente dimensiones inferiores a las de las carnes, la penetración del frío es más rápida; también suele eludirse faenado alguno y en caso de existir puede realizarse con mucha mayor rapidez que en el caso de las carnes, lo cual favorece siempre el tratamiento frigorífico inmediato, que se viene realizando en los barcos congeladores, verdaderas factorías del acondicionamiento de la pesca.

Si los tratamientos frigoríficos producen tal cúmulo de alteraciones como hemos venido constatando, parecería que la técnica frigorífica no podría admitirse como la más correcta. Nosotros hemos querido aquí más que nada pasar una revisión rápida de lo que en régimen de frío acontece con las estructuras organizadas, que son la mayoría de los alimentos y hemos partido de la estructura elemental, de la célula, para hacer más comprensivo el problema, puesto que en la práctica lo que pasa es la suma de lo que en cada estructura simple, la célula y el medio muy acuoso en que se encuentra, sucede.

Naturalmente no hemos tratado de lo que le ocurre a las estructuras organizadas a las temperaturas ambientes usuales; las alteraciones son mucho más profundas, tanto visible como invisiblemente; en lo visible, no hay por qué insistir y en lo invisible vamos a citar sólo un ejemplo: en el plazo de menos de 48 horas los espárragos, las coles y las espinacas en el medio ambiente ordinario pierden del 70 al 80 % de su vitamina C. Estas pérdidas son inferiores, después de un tratamiento frigorífico inmediato y un tiempo amplio de conservación, al 50 %. En consecuencia, a pesar de los avatares de la estructura organizada y orgánica, por el hecho de serla, por tratarse de sustancias con facultades metabólicas, sufre tanto en régimen de frío como a temperatura ambiente, una correcta aplicación del frío, que debe conducir a una inmovilización de todos sus componentes y a una inactivación de su metabolismo, contribuye sin duda a mantener esta estructura organizada en condiciones normales para su utilización.

En este empleo correcto del frío, está el saber estos fenómenos «invisibles» del frío, que en ocasiones se manifiestan más o menos a determinadas temperaturas y condiciones, para eludirlos mediante las técnicas que el frío artificial pone a nuestro alcance. Queda mucho por hacer en este campo, muy difícil, ya que es en realidad un micromundo muy complejo en el que muchos investigadores trabajan, bien podemos decir que al servicio de la humanidad.

BIBLIOGRAFIA

- ANQUEZ, M. (1964): Rev. Gén. Froid, LV, 719.
 BABOR, J. A. e IBARZ, J. (1965): Química General.
 BANKS, A. (1962): Bull. I. I. F., 1962-1, 445.
 BECQUEREL, P. (1951): VIII Int. Cong. Refr., 326.
 BUONOCORE, G. (1967): Rev. Gén. Froid, LVIII, 1335.
 ESTEBAN, J. D. (1956): I Asamblea Centro Exp. Frío.
 ESTEBAN, J. D. (1957): Rev. Frío, III, 113.
 FURNESTIN, J. y BOURY, M. (1964): Rev. Gén. Froid, LV, 735.
 INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID (1964) Recomendations pour la préparation et distribution des aliments congelés.
 LEGRAND (1966): Conférence.
 LOVELOK (1954): Proc. Roy. Soc. Méd., XLVII, 60.
 LUYET, B. J. (1939): Arch. Exp. Zell., XXII, 487.
 LUYET, B. J. (1962): Bull. I. I. F., 1962-2, 413.
 MONZINI, A. (1964): Rev. Gén. Froid, LV, 775.
 MONZINI, A. (1965): Rev. Gén. Froid, LVI, 85.
 MORENO, J. (1956): Rev. Frío, I, 219.
 MUÑOZ-DELGADO, J. A. y ESTADA, M. (1961): Rev. Frío, VII, 79.
 NGUYEN, V. X. y ULRICH, R. (1967): XII Cong. Inter. Frío.
 PISCAREV, A. (1958): Bull. I. I. F., 1958-2, 379.
 REY, L. (1959): Conservation de la vie par le froid.
 REY, L. (1960): Traité de lyophilisation.
 REY, L. (1964): Rev. Gén. Froid, LV, 707.
 VALDECANTOS, A., POZO, R., ESTADA, M. y SANZ, F. (1960): Rev. Frío, V, 77, 137 y 191.
 VALDECANTOS, A. (1963): Rev. Frío, X, 55.
 VIDAL, J. M. (1964): Curso de física.

Tratamiento frigorífico de carnes. Alteraciones de las mismas

por RAFAEL POZO FERNANDEZ

Dr. en Veterinaria, Colaborador de 1.^a del
Centro Experimental del Frío, del C. S. I. C.

Desde las primeras épocas de la Historia, el hombre se ha venido ocupando de la conservación de los alimentos.

No se tiene certeza de cuáles fueron los primeros procedimientos utilizados; parece ser lo más lógico y cierto, que sería la acción del sol y el aire caliente, lo primero que se utilizase, en los países cálidos, así como el hielo y la congelación, en los países o regiones de muy baja temperatura ambiente. Estos hechos pueden ser fácilmente comprobados en la actualidad, por la existencia de pueblos que, por estar alejados de las corrientes normales del progreso y de los adelantos de la técnica, o por cuestiones de índole social, como son las ligadas a problemas de naturaleza religiosa, siguen utilizando los mismos medios que practicaban sus antepasados prehistóricos, con muy pocas modificaciones.

Es, por tanto, en las primeras épocas de la vida en nuestro planeta, cuando surge la idea de la conservación de los alimentos. En la actualidad, la necesidad de prolongar la conservación de los mismos puede basarse en los siguientes puntos:

- 1.º) Extender el período de consumo de los productos, fundamentalmente de aquellos cuya producción sigue un ritmo estacional.
- 2.º) Dar variedad a la dieta.
- 3.º) Extender el consumo de una producción local.
- 4.º) Dar al consumidor una mayor capacidad de selección de sus alimentos.

- 5.º) Constituir un «stock», para la alimentación de las fuerzas armadas.
- 6.º) Mantener un «stock» de alimentos conservados, para casos de emergencia.
- 7.º) Estabilizar los precios de los mismos.

Algunos alimentos no requieren un procedimiento especial de conservación; es el caso de aquellos productos que, con un escaso contenido en agua, están adaptados a la conservación a largo plazo, al haberse efectuado en ellos, naturalmente, un proceso de conservación, que es la desecación.

Por otra parte, existen otros muchos que han de ser conservados al ser muy ricos en agua, ya que ésta facilita la proliferación microbiana, así como las transformaciones de carácter enzimático o de naturaleza química pura, que requieren el agua como vehículo de tales transformaciones.

La elección de un determinado procedimiento de conservación, lleva consigo el análisis de las ventajas e inconvenientes que se derivan de su aplicación, para cualquiera de los productos perecederos de que se trate.

Dentro de los procedimientos de conservación que existen, nos referiremos solamente al frío, como procedimiento clasificado dentro de los de naturaleza física, haciendo algún comentario sobre la acción conjunta de algunas sustancias de naturaleza química, que tienen una acción coadyuvante del frío.

La conservación de los productos perecederos por el frío, es quizá el procedimiento más adecuado para evitar, en el mayor grado posible, las alteraciones o modificaciones de los mismos, a lo largo del período de conservación.

En general, cuando se quiere conservar un producto por un período de tiempo corto, de algunos días, se acude a la *refrigeración*, tratamiento que consiste en almacenar el producto a temperaturas superiores, pero muy próximas, al punto crioscópico del mismo, que suelen oscilar entre los límites comprendidos entre 5 y -1°C . De esta manera, no se produce modificación sustancial alguna en el estado físico del producto.

En cambio, cuando se desea prolongar la conservación por un período de varios meses, se recurre a la *congelación*, operación que consiste en disminuir la temperatura del producto por debajo del punto crioscópico, produciéndose una modificación del estado físico, ya que el producto toma consistencia de cuerpo sólido.

REFRIGERACIÓN

Con la refrigeración se elimina el calor natural de la carne, impidiendo la descomposición de la misma. Esta pérdida de calor empieza

una vez muerto el animal, y la disminución de la temperatura depende, en parte, de las condiciones atmosféricas.

Antiguamente, se enfriaba la carne, después del sacrificio, para que perdiese el calor natural, antes de la refrigeración, colgándola en las clásicas naves de los mataderos, con todos los inconvenientes que esto tenía.

Modernamente, se aplica la refrigeración rápida, ya que, después del sacrificio, la temperatura de la carne debe disminuirse rápidamente, siendo necesario introducir las canales en un túnel, cuya temperatura debe ser del orden de -3°C , si se refrigera carne de vacuno, y de -5°C , si es de cerdo.

Las canales de cerdo se pueden refrigerar por este procedimiento rápido en dos horas, cuando la temperatura es de -8°C . y la velocidad del aire de 3,5 m/s, sin peligro de congelación en la superficie.

Es recomendable emplear locales separados para refrigerar carne de vacuno, de cerdo y de cordero, por la diferente duración de la refrigeración en estas especies, y a ser posible en forma de túnel, siendo la velocidad de circulación del aire de 0,5 a 5 metros por segundo y la humedad relativas próxima al 100 por 100.

Para que la refrigeración sea lo más perfecta posible, es aconsejable no introducir carne recién sacrificada, en túneles en que haya carne refrigerada, con el fin de que las diferencias de temperatura que se produzcan en el interior, no afecten a la carne que se encuentra más fría, produciéndose condensaciones sobre ella, favoreciéndose así la multiplicación de gérmenes y acortándose el tiempo de conservación. Cuando no es posible una separación de procesos de refrigeración y de almacenamiento, es preciso tenerlo en cuenta en el cálculo de la instalación frigorífica, pues en ese caso, ésta debe tener la suficiente potencia en la producción de frío, para que no se formen condensaciones importantes al introducir grandes cantidades de carne recién sacrificada, en los locales donde ya existe carne enfriada.

Las temperaturas del aire, repetimos, no deben ser inferiores a -1°C , para la carne de vacuno, de -2 a -5°C , para la carne de cerdo y cordero, con una humedad del aire del 90 al 95 por 100. En estas condiciones, los cuartos de vacuno de un peso aproximado de 120 a 130 kg se enfrían en 18 ó 20 horas y, cuando en el interior de las canales hay una temperatura de 3°C , se puede considerar terminada la refrigeración.

Cuando en el interior de la carne se ha conseguido esta temperatura, se almacena a otra que puede oscilar entre -1 y $+2^{\circ}\text{C}$, con una humedad relativa del 85 al 95 por 100. En estas condiciones de temperatura y humedad, es cuando tiene lugar la maduración, pues es de todos conocido que la conservación de la carne por el frío no altera la

maduración de la misma, que se produce sin perturbación alguna. Al inhibirse con estas temperaturas la multiplicación de los gérmenes causantes de la descomposición de la carne, se consigue mantenerla durante bastantes días en las mejores condiciones.

Según KUPRIANOFF, en la refrigeración rápida de la carne se pueden considerar una serie de aspectos, que influyen en la conservación de la misma y en la economía del proceso:

a) Que los locales para la refrigeración rápida de la carne ocupen poco espacio.

b) Las instalaciones de refrigeración han de disponer, sin embargo, de ventiladores potentes con regulación de la velocidad del aire. Modernamente, el empleo de chorros de aire ofrece posibilidades muy interesantes.

c) La instalación frigorífica para refrigeración rápida debe tener una potencia elevada, pues más del 20 por 100 del calor desprendido por los cuartos de carne, debe ser eliminado en el transcurso del primer 10 por 100 del tiempo empleado en la refrigeración.

d) Con motivo de la disminución tan rápida de temperatura en la superficie de los cuartos, que alcanza 30°C/hora al comienzo de la misma, las pérdidas de peso durante este tratamiento frigorífico disminuyen considerablemente, no sobrepasando del 1 al 1,5 por 100 para los cuartos de vacuno de buena calidad, y el 1 por 100 para los cuartos de cerdo.

Cuando el aire de la cámara frigorífica está considerablemente empobrecido en gérmenes, y se produce una desecación superficial como consecuencia del tratamiento frigorífico de la carne, se encuentra entonces en las mejores condiciones para su almacenamiento o transporte, pues la desecación inhibe el desarrollo de gérmenes, siempre presentes en la superficie de la misma.

e) El aspecto de la carne y el calor, se mejoran por la refrigeración rápida, porque se evita la formación de una gruesa capa seca y descolorida, quedando más clara la zona grasienta de la misma.

f) La duración de la conservación de la carne refrigerada rápidamente es mayor, ya que el desarrollo de microorganismos, causa principal de la alteración de la carne, se impide por el descenso de la temperatura de la superficie.

La carne de vacuno refrigerada rápidamente puede almacenarse durante tres o cuatro semanas, si la temperatura se mantiene entre -1,5 y 0°C, y si la humedad relativa está alrededor del 90 por 100. La duración de la conservación para carne de cerdo, en las mismas condiciones, es de 1 a 2 semanas.

Creemos interesante, al hablar de la refrigeración de la carne, en su concepto más amplio, ocuparnos, aunque sea brevemente, de la de

pollo, por considerar que ocupa un lugar preferente en la alimentación humana. El estudio de los problemas relacionados con su conservación es, pues, de vital importancia. La alta capacidad de asimilación de los alimentos por esta especie de ave, hecho que da lugar a una producción barata, y el corto ciclo de producción, hacen su explotación muy interesante.

El procedimiento de conservación más idóneo para la carne de pollo, es el frío. En general, la carne de este ave, a una temperatura de 0°C y a un 85 a 90 por 100 de humedad relativa, se conserva de 7 a 10 días, pero a veces, en esta conservación, se presentan inconvenientes que se han intentado evitar con la utilización de sustancias químicas que, siendo inócuas para el hombre, puedan aumentar el tiempo de conservación, manteniendo el producto en perfectas condiciones de consumo.

En este sentido y como complemento del tratamiento frigorífico de la carne de pollo, hemos empleado en nuestros trabajos, en el C. E. F., la clorotetraciclina, producto puro, en la proporción de 1 mg por cada 10 centímetros cúbicos, mediante inyección intraperitoneal; «Acronize PD», producto comercial con un 10 por 100 de sustancia activa, en forma de solución que contenía 2 g de producto por 20 litros de agua; cloruro sódico disuelto en agua, en la proporción del 30 por 100 y administrado en el agua de bebida, como dieta clorurada, y sulfato de magnesio como agente colagogo y administrado en la proporción anterior.

Las canales fueron protegidas con envolturas de «cry-o-vac» y polietileno.

Se constituyeron una serie de lotes, que como es natural no vamos a describir, y se procedió al tratamiento frigorífico, consistente en la introducción de las canales en una cámara frigorífica, que tenía una temperatura de 0°C y una humedad relativa del 75 al 80 por ciento. En todos los lotes se estudiaron las modificaciones de los caracteres organolépticos, la pérdida de peso y las posibles alteraciones microbiológicas.

En cuanto a los caracteres organolépticos, se examinó el aspecto general, el color, la ausencia o aparición de manchas, el grado de humedad de la piel y el olor (desviación del olor específico, putrefacción o aromatización).

A estos caracteres les dimos un valor de 10 a su grado normal, disminuyendo hasta el 1; al obtener la curva de aceptación, con los valores intermedios entre ambas apreciaciones, solamente se consideraron en buenas condiciones aquellos que sobrepasaron el «límite mínimo de aceptabilidad máxima», y que correspondía al 9 de nuestra escala de valoración, ya que estimamos que, según ésta, solamente este valor podía considerarse como límite inferior, para indicar el grado de aceptación.

Esto no significa que, por debajo de estos valores, no puedan, hasta un cierto límite, destinarse las aves al consumo, sino que ya no se haría con las características iniciales.

Por lo que se refiere a la pérdida de peso, se observó que en aquellos lotes que no fueron envueltos en bolsas de «cry-o-vac» o polietileno, las pérdidas eran mayores.

En cuanto a las alteraciones microbiológicas, conviene recordar que los procesos de alteración de los tejidos, revisten en las aves caracteres especiales. La piel de éstas es muy protectora contra los ataques bacterianos, debido principalmente a que en su composición, el agua se encuentra en escasa proporción, siendo precisamente a esta sequedad, a la que se debe un menor desarrollo bacteriano.

Las bacterias que se encuentran en el intestino de las aves no salen fácilmente de él y, por lo tanto, su ataque no es muy importante. Estas bacterias intestinales emigran a través de los vasos sanguíneos y linfáticos hacia el hígado, víscera protegida solamente por una débil cutícula conjuntiva, que es muy sensible a los ataques enzimáticos y, por consiguiente, a los procesos autolíticos, produciéndose así su descomposición.

Las capas de grasa y las fascias aponeuróticas impiden la llegada del oxígeno del aire y, por ello, no constituyen un terreno propicio para el desarrollo de géneros aerobios.

Para hacer el estudio bacteriológico, se efectuaron todas las pruebas clásicas, así como la identificación específica de los diversos gérmenes, por cultivo en los medios apropiados, que pertenecieron, fundamentalmente, a los gérmenes «Pseudomonas» y «Achromobacter».

Los resultados obtenidos, utilizando la clorotetraciclina para la prolongación del período útil de conservación frigorífica de los pollos, fueron satisfactorios, lo que confirma el hecho de que cuando los microorganismos que se desarrollan en la superficie de los pollos en mal estado, se siembran en agar con varios antibióticos, se ve que la clorotetraciclina es el único de ellos eficiente, suprimiendo el crecimiento de aquellos.

La clorotetraciclina residual presente en la carne de pollo, se destruye por los procesos culinarios, incluso cuando se emplean soluciones 100 veces mayores que las necesarias para su conservación, por lo que no presenta problemas toxicológicos, resultando por ello posible su utilización como coadyuvante del tratamiento frigorífico.

También, estudiamos la utilidad o no de la evisceración. A la vista de nuestros resultados, nos tenemos que colocar del lado de aquellos que piensan que la forma de presentación más adecuada, para obtener una prolongación del tiempo de conservación, es la no evisceración.

Hemos de considerar, también, la ventaja que supone el acortamiento de la cadena de sacrificio, de lo cual se deriva un menor coste de la instalación, y la reducción de mano de obra, que redundará, como es natural en un abaratamiento del proceso.

La explicación del fenómeno mencionado, de la mayor conservación de las aves no evisceradas, puede atribuirse a la existencia de una más corta manipulación, así como a la disminución de la superficie de contacto con el aire, fenómeno éste de gran importancia, dado el carácter aerobio de los gérmenes que producen la contaminación normal, en cámara frigorífica.

También este hecho nos hace pensar que solamente se produce una contaminación superficial, y que la flora bacteriana intestinal no tiene influencia, fenómeno que puede observarse por las enumeraciones microbianas comparativas de las capas musculares y peritoneal, de las aves evisceradas y no evisceradas.

Por otra parte, hemos estudiado el efecto de la utilización del hexametáfosfato de sodio sobre la capacidad de retención de agua de las moléculas proteínicas musculares, habiendo obtenido resultados satisfactorios.

De nuestros estudios sobre la conservación por el frío de las aves, a corto plazo, puede deducirse lo siguiente: el empleo de clorotetraciclina ha resultado marcadamente beneficioso; el período máximo de conservación, alcanzado en las condiciones de nuestro trabajo, fue de 22 días; los fenómenos que limitan la conservación frigorífica de las aves, son de contaminación superficial; la contaminación procedente del contenido bacteriano intestinal, se nos ha presentado como de un escaso interés, en relación con el período de conservación; la inyección intraperitoneal de clorotetraciclina, no ejerce resultado positivo con relación al período de conservación; la inmersión de las aves en hexametáfosfato de sodio, en la concentración del 1 por mil, determina una disminución de la pérdida de peso; para mejorar la conservación frigorífica, parece ser que es más apropiada la presentación de aves sin eviscerar.

CONGELACIÓN

La congelación supone una separación del agua y de los componentes que se hallan disueltos o suspendidos en ella. Esta separación es lenta, gradual y progresiva, en relación con la disminución de la temperatura del producto, siendo muy difícil que alcance el cien por cien, lo cual significaría la obtención del criohidrato, al que solamente se llega cuando se consigue disminuir la temperatura del producto hasta cerca de -60°C , temperatura que difiere bastante de las de interés industrial.

La congelación gradual y progresiva, da lugar a un aumento también progresivo, de la concentración de sustancias disueltas o suspendidas, llegándose a un punto crítico que, si no se sobrepasa rápidamente, puede proporcionar alteraciones debidas a fenómenos de cambio de carga iónica o a posibles copulaciones entre sí, de las sustancias disueltas, como resultado de tal cambio iónico, al perderse el carácter anfotérico de los elementos protéicos.

Para obtener una buena conservación de la carne congelada, es necesario, lo primero de todo, conseguir que el número de gérmenes existentes al principio del tratamiento frigorífico sea lo más pequeño posible. Por eso hay que tomar las medidas necesarias, para limitar al máximo la contaminación con gérmenes procedentes de las reses, al ser sacrificadas. Es por esto por lo que en la preparación de las canales y en el subsiguiente faenado de las mismas, se ha de tratar de que estén el menor tiempo posible en contacto con las fuentes principales de contaminación, que son, en definitiva, la misma superficie del cuerpo de los animales. Es necesario llamar la atención sobre el hecho de que, entre los gérmenes que pueden llegar a los músculos, debido a la succión originada en el sistema de vasos sanguíneos al desangrar la res, se encuentran bacterias sicrofílicas, que se reproducen rápidamente, pudiendo provocar la descomposición interior de la carne.

Por la acción de las temperaturas utilizadas en la congelación, la carne alcanza un estado en el que puede conservarse durante largo tiempo, sin modificaciones esenciales de sus características naturales, pues por la congelación se impide el comienzo de procesos de descomposición que, en circunstancias normales, se inicia rápidamente. Esta acción de conservación se mantiene durante todo el tiempo que la carne permanece congelada, a temperaturas suficientemente bajas. Por lo tanto, la carne congelada puede considerarse, en teoría, indefinidamente conservable.

La carne más apropiada para la congelación, es la procedente de animales de buen aspecto, bien alimentados, gordos, etcétera, siendo la capa de grasa que cubre la superficie de la carne, la mejor defensa natural contra la desecación y la decoloración de la misma. También se puede congelar la carne de animales de baja calidad, pero hay que tener en cuenta, desde el principio, las mayores pérdidas de peso y las decoloraciones, que se producen por su mayor desecación, lo que limita el almacenamiento a un tiempo mucho más corto. Para poder lograr, en lo posible, disminuir estos defectos, es aconsejable deshuesar antes, la carne, para después congelarla en bloques. La congelación de terneras en casos especiales, de caza de pluma y de pelo, se pueden hacer, con la piel, ya que ésta les protege de una desecación excesiva.

Modernamente se procede a una congelación ultrarrápida de la carne.

En este procedimiento, una fuerte corriente de aire, cuya velocidad oscila entre los 2 y 10 metros por segundo, se hace pasar a través del espacio existente entre los tubos que constituyen el serpentín de un evaporador, donde se produce la expansión directa del fluido frigorígeno, alcanzándose temperaturas inferiores a los -40°C y consiguiéndose, por tanto, una congelación de extraordinaria rapidez.

Aunque en la congelación y en el posterior almacenamiento, se pueden producir una serie de fenómenos no deseables para el mantenimiento de la calidad de la carne, el proceso de congelación es el mejor que podemos utilizar para conservarla en su estado fresco. Esta congelación nos permite estabilizar la carne en su estado inicial, de manera muy satisfactoria.

Según KUPRIANOFF, en la congelación de la carne hay que tener en cuenta los siguientes factores: el estado de maduración en el momento de la congelación, la velocidad de ésta con las transformaciones que se producen en el músculo, las condiciones de almacenamiento y la descongelación.

Cuando el período de almacenamiento es prolongado, a pesar de la baja temperatura se producen modificaciones enzimáticas, acelerándose éstas durante la descongelación, pudiéndose ver aparecer entonces el «rigor-mortis».

La carne congelada rápidamente después del sacrificio, es generalmente, menos tierna y menos sabrosa que la que fue madurada antes.

Con la carne de cerdo no hay problema, porque los cambios «post-mortem» tienen lugar bastante deprisa y porque la mayor parte de la superficie de las canales está protegida por la piel.

La congelación de canales de vacuno se consigue en dos o tres días, congelándose más rápidamente las partes exteriores que las interiores, siendo la velocidad de congelación de 1 a 5 cm. por hora, con una velocidad del aire de 2 a 10 m. por segundo, considerándose la congelación terminada cuando en el centro de las canales existe una temperatura de -15°C , como mínimo. Una vez así, se pueden almacenar en cámaras con una temperatura de -18° a -20°C .

Consideramos, a nuestro juicio, que las transformaciones que se producen en la fibra muscular, como consecuencia del proceso de congelación a distintas temperaturas, tienen gran influencia en la calidad de la carne, después de su descongelación.

En el CENTRO EXPERIMENTAL DEL FRÍO hemos iniciado una serie de estudios a escala de laboratorio, encaminados a determinar la influencia que tienen en la estructura de la fibra muscular, las distintas temperaturas a que se efectúa la congelación, observándose microscópicamente las modificaciones que se producen en el músculo, durante el

proceso de congelación, ya que de estas transformaciones puede depender el aspecto macroscópico de la carne, una vez que ha sido descongelada.

El producto objeto de la experiencia ha sido la carne de vacuno mayor, comprada directamente en el mercado, eligiendo siempre para cada una de las experiencias carne de la misma región anatómica y de la misma calidad, para así poder comparar los resultados.

La carne, una vez llegada al laboratorio y sin ser sometida a ningún tratamiento previo, se troceó en pequeñas piezas, cuyo peso oscilaba entre 80 y 100 gramos, aproximadamente, congelándose éstas a -20 , -40 , -50 y -60°C .

La congelación se efectuó, en todos los casos, en una mezcla de alcohol y nieve carbónica, produciéndose la congelación muy rápidamente, debido al pequeño tamaño de los trozos.

El control de la temperatura se llevó a cabo con pares termoeléctricos.

Congelados por estos procedimientos todos los lotes, se conservaron en una cámara frigorífica a -20°C .

Teniendo en cuenta que con esta carne se tenía que efectuar el estudio histológico para ver qué había ocurrido en la fibra muscular después de su congelación, era necesario someterla a un proceso de deshidratación. Para ello se ideó un sistema especial: se introdujeron los trozos de carne en un desecador de vidrio, en el interior de una cámara frigorífica a temperatura de -20°C , y desde fuera de la cámara por medio de una goma, se conectó al desecador con una bomba de vacío, consiguiéndose la desecación de los trozos de carne, en estas condiciones, en unas doce o catorce horas.

Para efectuar los cortes al microtomo y poder realizar el estudio microscópico, fue necesario incluir la carne, una vez deshidratada, en parafina. La parafina empleada en estos ensayos tenía un punto de fusión comprendido entre $54,5$ y 56°C .

El bloque de parafina se llevó al micotomo, para empezar a dar los cortes. Estos no deben ser demasiado gruesos, ya que entonces no se puede observar, de una manera clara, la estructura de la fibra muscular. El grueso estuvo comprendido entre 8 y 10 micras.

La observación microscópica de estas preparaciones se efectuó con contraste de fases, a gran y pequeño aumento.

La observación microscópica de las preparaciones correspondientes a los diferentes lotes de carne estudiados, demostró que en los trozos de ésta que se congelaron a -20°C , la estructura de la fibra muscular aparece deformada y rota en casi todos los campos de observación microscópica, viéndose, por el contrario, que esta deformación y rotura

de la fibra muscular, va desapareciendo en las preparaciones procedentes de los lotes que se congelaron a temperaturas inferiores. Concretamente, en el examen de la carne que fue congelada a -50°C , la estructura muscular aparecía normal y las fibras musculares no habían sufrido prácticamente rotura alguna.

Finalizada esta pequeña alusión a las modificaciones histológicas, continuaremos con el estudio de la carne congelada, refiriéndonos, a continuación, a su conservación.

La temperatura óptima de almacenamiento de la carne congelada varía con la especie, con el estado de los animales y con la duración de almacenamiento prevista.

Si, por ejemplo, se quiere conservar la carne de vacuno durante seis meses, puede ser suficiente una temperatura de -15°C , siendo necesario para una conservación superior, disminuir esta temperatura hasta por lo menos -18°C . Para el cerdo, esto permitirá una duración de almacenamiento de sólo seis meses, precisamente por las características especiales de su carne, más grasa. En todos estos casos, hay que tener muy en cuenta que las fluctuaciones de temperatura, dentro de las cámaras de conservación, deben ser mínimas, pues de lo contrario, aunque muy atenuada, la desnaturalización de las proteínas, la hidrólisis y la oxidación de los lípidos, prosiguen.

Se recomienda, siempre, para el almacenamiento de las canales congeladas, una humedad del aire tan elevada como sea posible, para reducir las pérdidas de peso, ya que no hay peligro de crecimiento bacteriano por debajo de -12°C . Puede, incluso, aplicarse en la conservación una humedad del 90 al 100 por 100, que es posible alcanzar en las cámaras frigoríficas de doble pared, o en el interior de los envases de las carnes pre-empaquetadas.

La carne congelada no protegida contra la desecación, es muy sensible a la quemadura por congelación. Las manchas que aparecen en la superficie de los músculos, como consecuencia de ésta, presentan una estructura esponjosa, con poros extremadamente finos. Estas manchas que se forman por desecación intensa, seguida de procesos de desnaturalización de las proteínas y de oxidación de los lípidos, no desaparecen después de la descongelación, considerándose este fenómeno como irreversible, por lo que se reduce considerablemente el valor comercial del producto.

La sensibilidad de los tejidos de los diversos animales es diferente. Por ejemplo, es bien conocido que la quemadura por congelación se encuentra frecuentemente en la carne de aves, en algunas de vacuno magras y en aquellas de calidad mediocre.

Durante la conservación al estado congelado, la carne de cerdo se deteriora más rápidamente que la de vaca o cordero. Esto se debe, apa-

rentemente, al mayor grado de insaturación de la grasa de cerdo, con lo que se aumenta su susceptibilidad al enranciamiento.

Por lo que se refiere a las pérdidas de peso, se indican a continuación, a título orientativo, las que tienen lugar en el caso de canales de cerdo y vacuno, expresadas en tanto por ciento:

Ganado de cerda

<i>Pérdida al congelar</i>	1,5
<i>Idm. durante el almacenamiento</i>	
3-6 meses	2
6-12 meses	4,1

Ganado vacuno

<i>Pérdida al congelar</i>	1,7
<i>Idm. durante el almacenamiento</i>	
3-6 meses	2,3
6-12 meses	3,2

Para finalizar, daremos una información muy breve sobre la descongelación de la carne, que debe efectuarse siempre lentamente. Los trozos o filetes pre-empaquetados se pueden descongelar entre 5 y 6°C, y las canales entre 6 y 8°C, y una humedad relativa elevada.

Hay que tener en cuenta que la carne, una vez descongelada, se altera más rápidamente que la fresca.

Es necesario, por ello, no sólo congelar la de mejor calidad y en las mejores condiciones higiénicas, sino evitar, en cuanto sea posible, las contaminaciones microbianas, pues hemos de recordar siempre, que la congelación no es un proceso de esterilización, y que, sobre la normalidad en la reconstitución del producto congelado, tiene gran influencia la temperatura a la cual se efectúa la congelación, la velocidad de la misma y el mantenimiento de la temperatura de conservación apropiada.

Como se ha podido ver en cuanto hemos expuesto, las técnicas de refrigeración y congelación suponen unos excelentes métodos de conservación de la carne, aunque no están resueltos todos los problemas que se plantean en la utilización de dichas técnicas.

Para terminar, no dejaremos de repetir, una vez más, que la aplicación del frío ha de hacerse en condiciones tales que se siga, paso a paso, el famoso «*trepied frigorifique*» de MONVOISIN: *producto sano, refrigeración precoz y frío continuo*.

El matadero frigorífico

Organización y funcionamiento

por el Dr. D. JOSE-RAMON PRIETO HERRERO

Del Cuerpo Nacional Veterinario. Jefe de la Sección de Inspección Bromatológica de carnes y Productos Cárnicos, de la Subdirección General de Sanidad Veterinaria

1. EL MATADERO FRIGORÍFICO

- 1.1. *Concepto de Matadero.* — Desde tiempo inmemorial se vienen sacrificando animales de abasto para consumo humano, en locales más o menos adecuados y reconocidas sus carnes. El incremento del nivel de vida fue aumentando las exigencias del consumidor y creando conciencia de responsabilidad entre las autoridades encargadas del abastecimiento higiénico de carnes, quienes se dispusieron a acondicionar, de acuerdo con la época, las «casas matadero» y encomendaron la inspección de la carne a los veterinarios, por ser la profesión idónea para tal fin.

El concepto legal de Matadero no se tuvo, en España, hasta el 5 de diciembre de 1918, fecha en que se promulgó la Real Orden por la que quedaba aprobado el Reglamento General de Mataderos, ejemplo de texto legal que, con ciertas lagunas, aún se encuentra vigente en la actualidad.

En esta pieza legislativa se vislumbra que las preocupaciones de las autoridades competentes eran unificar las técnicas de sacrificio como mayor garantía higiénica, establecer una organización de mataderos públicos que permitiese un abastecimiento de carnes regular y asegurar al consumidor la salubridad de las carnes expendidas en el mercado.

Tal es así que obligaba a que todos los Municipios de más de 2.000 habitantes construyeran un matadero y a los de censo inferior, a asociarse con los mismos fines al objeto de que dicho establecimiento sanitario oficial reuniera las exigencias establecidas en el Reglamento.

En el mismo Reglamento se dan normas de sacrificio y faenado y se señala la conducta a seguir en sus actuaciones por el veterinario inspector de carnes.

Vemos, pues, que el concepto de matadero se circunscribía a un local que reuniera determinadas condiciones de higiene, en el que se sacrificarían las reses necesarias para abastecer de carne el Municipio donde estuviera instalado.

Esta disposición dio lugar a la construcción de mataderos costosos en las grandes capitales, generalmente, de escasa funcionalidad y dudosa rentabilidad, que determinaron el abandono de su mantenimiento y paulatinamente su destrucción.

Los Municipios de pequeñas localidades no llegaron a construir su matadero, siendo numerosos los Ayuntamientos que, en la actualidad, carecen de él.

Esto que, en principio, pudiera parecer un defecto, nos ha demostrado, al correr del tiempo, que es una virtud ya que los mataderos para que resulten rentables tienen que poseer un volumen mínimo de actividad, además de adecuado emplazamiento, dotación de agua potable, posibilidad de evacuación de aguas residuales, etc.

La pieza jurídica que realmente hace evolucionar el concepto de matadero es el Reglamento Provisional de Mataderos y Almacenes Frigoríficos y Circulación de Carnes y Pescados Frescos, aprobado por Orden del Ministerio de la Gobernación de 31 de enero de 1955.

Esta regulación de tipo sanitario surgió como consecuencia de los fines encomendados para el desarrollo de la Red Frigorífica Nacional, así como de evitar, en lo posible, pérdidas de peso motivadas por el largo transporte de animales de abasto para ser llevados desde los centros de producción, a los mataderos municipales en los grandes núcleos urbanos de consumo.

La evolución que este Reglamento introduce, en cuanto a concepto se refiere, consiste en crear la posibilidad de sacrificar en cualquier punto y trasladar carnes, en vez de ganado, a los centros de mayor consumo, bajo determinadas condiciones de higiene.

Su evolución en el tiempo hasta diciembre de 1967, se expresa en el siguiente cuadro:

MINISTERIO DE LA GOBERNACION
DIRECCION GENERAL DE SANIDAD
SUBDIRECCION GENERAL DE SANIDAD INTERNA

Altas
Bajas
Total

MATADEROS FRIGORIFICOS



1.2. Estado actual

1.2.1. Independientemente de los Mataderos Municipales existentes, que se encargan de abastecer de carnes la localidad donde están ubicados, existen autorizados en España 51 Mataderos Frigoríficos, distribuidos según el régimen de explotación en:

Municipales	7
Cooperativas.	4
Privados	40
	<hr/>
Total.	51

Su distribución por provincias es la siguiente:

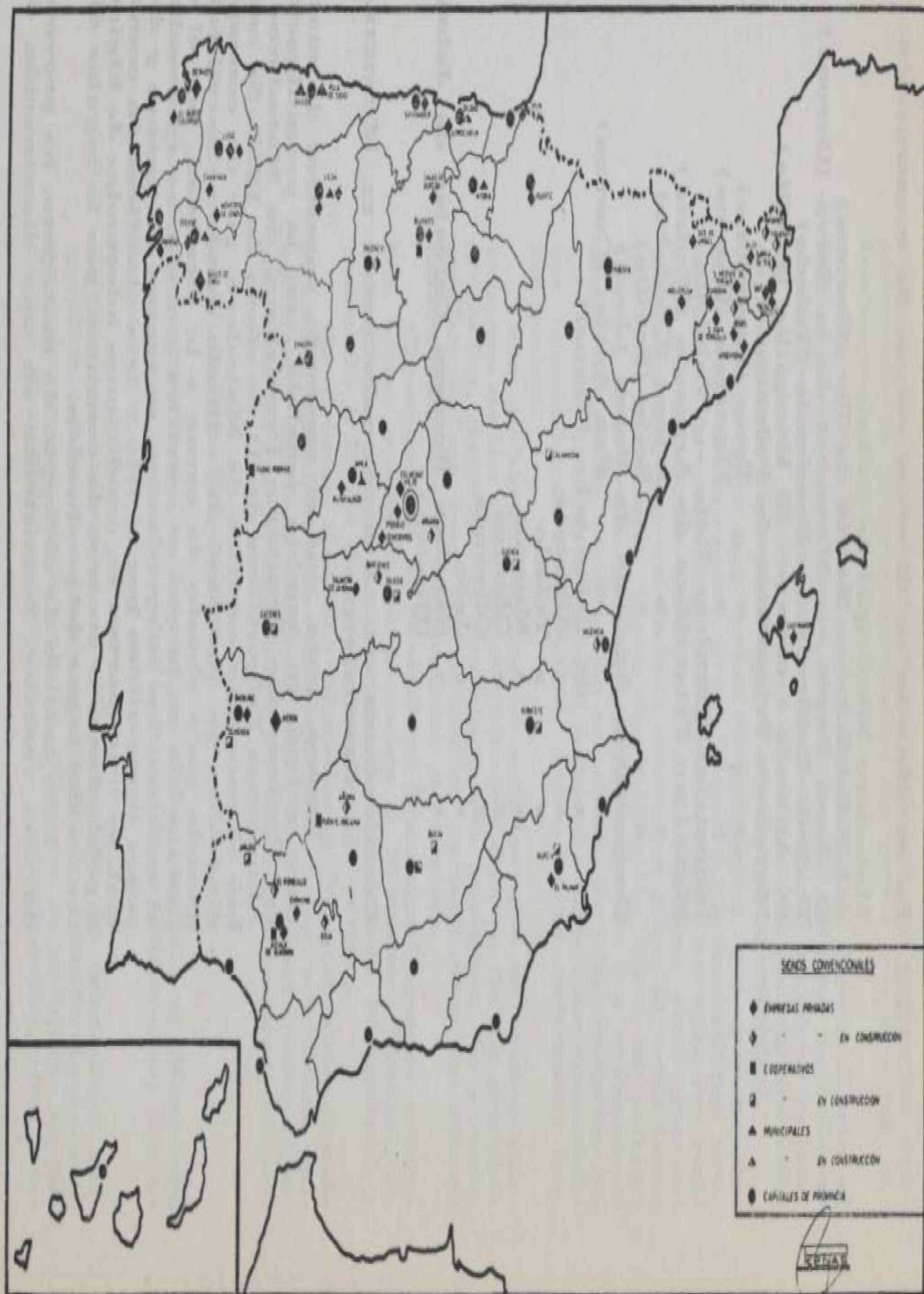
Barcelona	5
Lugo	4
Sevilla	4
Orense	3
Gerona	3
León	3
Burgos	3
Madrid	3
Coruña	2
Oviedo	2
Lérida	2
Avila	2
Badajoz	2
Pontevedra	1
Santander	1
Vizcaya	1
Alava	1
Guipúzcoa	1
Huesca	1
Zamora	1
Salamanca	1
Toledo	1
Baleares	1
Córdoba	1
Murcia	1
Navarra	1
	<hr/>
Total	51



MINISTERIO DE LA AGRICULTURA,
PECUARIA Y PESQUERÍA
DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VETERINARIA

Situación actual de los MATADEROS FRIGORIFICOS

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona



1.2.2. Se encuentran en diversas etapas de construcción:

Matadero Municipal de Bilbao
 A.L.F.R.I.S.A. — Sarriá de Ter (Gerona)
 D. Juan Pagés — Massanet de la Selva (Gerona)
 D. Luis Calderón — Barcience (Toledo)
 D. Antonio Gordo — El Ronquillo (Sevilla)
 Matadero Frigorífico de Palencia
 » » Tona (Barcelona)
 » » Figueras (Gerona)
 Industrias Cárnicas Roig — Valencia
 Matadero Frigorífico de Arganda (Madrid)
 » » Añora (Córdoba)
 » » Ecija (Sevilla)
 Cooperativa Agrícola de Baeza (Jaén)
 » » San Antón (Cuenca)
 » de Calamocha (Teruel)
 » » Albacete
 » » Toledo
 » » Murcia
 » » Cáceres
 » » Olivenza
 » » Jaén
 » » Sánchez Romero Calvajaz de Jabugo
 (Huelva)

COMENTARIOS DE LA EVOLUCIÓN DESDE EL MUNICIPAL
 AL FRIGORÍFICO

Vemos, pues, que el concepto ancestral de matadero sufrió un cambio sensible, con la promulgación del Reglamento Sanitario Provisional de Mataderos y Almacenes Frigoríficos de 31 de enero de 1955. Se cambió el concepto estático de Matadero, por un concepto dinámico, ya que pasó del edificio donde se sacrificaba ganado para abasto de carne a la localidad, por el de instalación en la que se sacrifica ganado, se aprovechan al máximo los subproductos, se tratan las carnes y despojos comestibles por el frío y tras clasificación comercial, se transportan en condiciones adecuadas de higiene a poblaciones o centros de consumo, por lo regular distantes del lugar de producción.

Este cambio de concepto de matadero, ha provocado una reacción consistente en una disminución del

número de mataderos municipales y un aumento considerable de grandes factorías de carne que son los actuales mataderos frigoríficos.

Es decir, la evolución española se desvía hacia el sistema estadounidense, en el que no existen mataderos municipales, en vez de desviarse hacia el de otros países, en los que la producción y distribución de carnes está en manos de los municipios, casi en exclusividad.

A nosotros nos causa satisfacción, por qué no decirlo, ver desaparecer gran número de mataderos municipales de pequeñas poblaciones, que no sólo no reunían las mínimas condiciones de higiene, sino que representaban una verdadera amenaza para el vecindario por ser realmente focos de infección. Pero al mismo tiempo nos preocupa la desaparición de los mataderos municipales de centros de consumo de importancia, ya que éstos, actúan o pueden actuar, como establecimientos reguladores de precios, entre otras funciones importantes.

Sin embargo, hemos de señalar que no somos partidarios de los mataderos ubicados dentro de las grandes ciudades, dotados de instalaciones antiguas, de museo, antihigiénicas que, en potencia, constituyen un riesgo constante para el consumidor de carnes.

Creemos que el Matadero Municipal, que se concebía como mercado de ganados y Matadero Municipal, debe dejar paso al concepto de Matadero Municipal y mercado o lonja de contratación de carnes.

Es preciso que los Mataderos Municipales, donde existan, adecúen sus instalaciones a las modernas exigencias y normas técnicas, tal como lo han hecho algunos que han sido señalados en los cuadros precedentes.

1.3. *Fines del Matadero Frigorífico*

Son muy numerosos los fines que debe cumplir el Matadero Frigorífico, pero creemos que los más importantes, en líneas generales, son:

- 1.3.1. Higiénico-sanitarios. — El concepto de Matadero Frigorífico equivale a la planta de higienización de carnes, no porque las reses que en ellos se sacrifiquen hayan de ser sometidas a procesos de higienización, sino por-

que todas las manipulaciones que en ellos sufre el ganado y sus carnes, sean sometidas a rigurosas normas de higiene, fáciles de cumplir ya que sus instalaciones se prestan a ello, y los productos resultantes previamente tratados por el frío en régimen de refrigeración o congelación sean de la máxima calidad sanitaria para el consumidor.

Además, en todos estos Mataderos los puestos de inspección y control pueden organizarse de forma más funcional que en los Mataderos de antigua instalación, llenos de recovecos difíciles de controlar.

1.3.2. Sociales. — La existencia de Mataderos Frigoríficos

ha evitado grandes pérdidas de carne, de la que tan necesitada está la humanidad y especialmente nuestra nación ya que ha permitido, gracias a la congelación, programar los sacrificios de animales de abasto en el momento óptimo de engorde antes de que se produzcan pérdidas de peso por falta de pastos.

Al mismo tiempo, por medio de los stocks de seguridad, han logrado atenuar las irregularidades de la producción ganadera y las oscilaciones de precios del mercado de la carne.

1.3.3. Económicos

Para el ganadero. — Si bien es verdad que todos los Mataderos Frigoríficos buscan con avidez las reses de mejor calidad, no es menos cierto que, según la orientación técnica y comercial de su empresa, exigen animales de diversas características. Esto favorece al ganadero que puede programar su explotación, le obliga a efectuar una clasificación del ganado, organiza las expediciones de reses agrupándolas por sus caracteres según el destino y, en definitiva, se obtiene mayor rentabilidad de la empresa ganadera que redundará en una más eficaz mejora.

Para el Matadero. — Por ser, por lo regular, estos Mataderos industrias de gran magnitud, se efectúan gran número de sacrificios anuales que, sin duda, hacen que los gastos generales de explotación disminuyan, lo que redundará en beneficio de la empresa, al mismo tiempo que reduce, en cierto modo, el precio de venta de la

carne. Se comercializan en la mejor forma las canales y piezas y se aprovechan al máximo los subproductos industriales que abocan en una mayor rentabilidad reflejada, o que debe reflejarse, en los precios de venta de las carnes.

El Matadero efectúa una tipificación de canales, que facilita la comercialización obteniendo mejores rendimientos económicos.

Por permitir almacenamientos a corto plazo, por medio de la refrigeración, o por largo tiempo, empleando la congelación, actúan como mecanismo regulador de precios de ganado y de carne, paliando en gran manera los perjuicios que pueden irrogar las distintas facetas ligadas a la comercialización.

Para el consumidor. — Por las razones anteriormente expuestas, el consumidor obtiene unos precios más estables en el mercado.

Al mismo tiempo si el Matadero realiza despieces presenta al mercado unos tipos de carne a buen precio, por revalorizar carnes de inferior categoría, que representan una gran comodidad para el consumidor (carnes despiezadas, refrigeradas o congeladas, que gozan de presentación atractiva y calidad adecuada).

2. ORGANIZACIÓN

2.1. *Organización previa.* — Tomado el acuerdo de construcción y explotación de un Matadero Frigorífico, bien sea por un Municipio, por una Cooperativa o por una empresa privada, es preciso sentar ciertas premisas para su instalación de las que depende el éxito futuro del negocio que se emprende, por lo que necesariamente han de ser fríamente examinados y cuidadosamente estudiados. Estas premisas las vamos a resumir en los tres puntos siguientes:

2.1.1. *Emplazamiento.* — A nuestro juicio debe buscársele emplazamiento idóneo, próximo a los grandes centros de producción.

Sabemos que sobre este aspecto se ha discutido ampliamente, habiendo autores y países que abogan por la instalación de grandes mataderos próximos a los

grandes centros de consumo, aunque se hallen alejados de los centros de producción y obliguen a largos transportes de ganado.

Nosotros somos partidarios de aquellos otros autores y países que preconizan la instalación de los mataderos, dotados de instalaciones completas, en los centros de producción. Es decir, consideramos más económico y racional la circulación de carnes que la circulación de ganado.

Todas las estadísticas modernas muestran la tendencia de desarrollo del circuito «muerto» a expensas del «vivo», consistente en transportar canales en vez de animales.

Este método presenta, a nuestro juicio, múltiples ventajas, pues permite programar la producción y la venta, simplificar el transporte y reducir sus gastos y, al mismo tiempo, elimina el riesgo de que la carne se deteriore durante largos transportes del animal vivo. Desde el punto de vista de sanidad pecuaria se evita el riesgo de transmisión de epizootias.

En resumen, nos inclinamos a favor del circuito «muerto», o transporte de canales o carne, de acuerdo con las normas de la FAO y OCDE, aunque conocemos la opinión contraria del profesor CRAPLET (La Viande Bovine, 1965) que sólo considera económico este sistema para distancias superiores a los 400 kilómetros.

Es necesario, antes de elegir el lugar de emplazamiento, estudiar concienzudamente la zona de incidencia ganadera, con el fin de que en el menor radio de acción posible se disponga de las cabezas de ganado necesarias para cubrir el mínimo de volumen de actividad precisa para que el Matadero sea rentable. Este mínimo de actividad, según el profesor SCACCIA SCARAFONI, es de 200 unidades por día, entendiéndose por unidad una cabeza de vacuno mayor, tres terneras, cuatro cerdos o cinco ovejas. En España este aspecto está estudiado y se considera como unidad mínima rentable la de 5.000 Tms. al año.

También hay que cuidar, en cuanto a emplazamiento se refiere, que el Matadero a construir disponga de agua potable en cantidad suficiente, cifrada por el profesor SCACCIA SCARAFONI en 1.000 — 2.000 litros por cabeza sacrificada, así como de facilidades de desagüe

y evacuación de aguas residuales, que desemboquen en estaciones depuradoras para evitar contaminaciones en zonas colindantes. Se debe huir de la instalación de mataderos frigoríficos en las proximidades de refinerías, fábricas de productos químicos, pasta de papel, etcétera. En general, no se deben construir en zonas que se produzcan olores, vapores, etc., que mantengan el ambiente en polución constante.

Por último diremos, a este respecto, que se deben elegir emplazamientos de fácil acceso y en comunicación lo más próxima posible a redes de importantes carreteras y ferrocarril.

2.1.2. *Construcción.* — El moderno concepto de construcción de mataderos, indica que deben proyectarse con el mínimo de construcciones y el máximo de instalaciones.

La construcción del Matadero Frigorífico debe ser proyectada de forma que la entrada del ganado sea independiente y alejada lo más posible de la salida de canales o carnes y que no existan cruces del ganado vivo con las canales o carnes.

Todas las dependencias deben disponer de iluminación y ventilación suficientes, dotadas de los dispositivos precisos para evitar la entrada al Matadero de pájaros, insectos, roedores o cualquier otro animal que, en potencia, pueda ser un portador de enfermedades.

En la confección del proyecto de construcción, se deben prever las posibles ampliaciones de forma que las futuras obras a emprender no entorpezcan el normal funcionamiento de las instalaciones en marcha.

La construcción del Matadero en sí debe constar de cuatro grandes bloques.

- a) Muelle de carga y descarga, así como corrales y establos para albergue de ganado a sacrificar (con separación de especies, dotados de las facilidades precisas que permitan una eficaz inspección del ganado vivo).
- b) Dependencias del Matadero.
- c) Zona frigorífica.
- d) Establo-lazareto, horno crematorio y matadero de urgencia.

Los corrales deberán ser de la amplitud que requiera la actividad del matadero, teniendo en cuenta que

toda clase de ganado debe reposar, cuando menos, quince horas antes del sacrificio, para que haya una buena conversión de músculo en carne (RODRÍGUEZ REBOLLO).

La disposición de los corrales contará con separación de especies, distribuidos de forma tal que permitan una eficaz inspección veterinaria del ganado en vivo.

Los pisos y paredes serán impermeables y todas las dependencias estarán dotadas de agua corriente con drenaje suficiente de evacuación de aguas residuales, que faculte para realizar una eficaz limpieza y evacuación de aguas y destritus.

Los corrales estarán en comunicación directa, de una parte, con los muelles de carga y descarga del ganado y de otra, con las respectivas naves de sacrificio.

Es preferible que las mangas de conducción del ganado desde los corrales a las naves de sacrificio, sean baños, que dotados de soluciones antisépticas, cubran el ganado lo máximo posible, evitando siempre los riesgos de ahogado, dotados de duchas superiores y con anchura tal del baño que no sea posible el retroceso de ninguna de las cabezas de ganado, destinadas al sacrificio.

Con este tipo de manga de conducción de ganado a las naves de sacrificio, logramos que, debido al baño, sean menores los riesgos de contaminación de carnes originados por los detritus que normalmente llevan adheridos la piel de los animales, contaminaciones estimadas, por estudios llevados a cabo en Australia, en el 33 % de los casos. Además, logramos mejor calidad de la carne por ser más eficaz la sangría.

Decimos que la sangría es más eficaz porque al tener los animales la sensación de frío, ponen inmediatamente en juego su sistema termorregulador, realizando una vasoconstricción periférica, que se ve reforzada por la acción de la adrenalina segregada, como consecuencia del stress a que son sometidos en esos momentos. Todos sabemos que la adrenalina desencadena una vasoconstricción periférica, acompañada de una vasodilatación visceral, lo cual sin duda favorece la sangría, proporcionando mejor aspecto y calidad a la carne.

Las dependencias del Matadero deben ser concebidas de forma tal que esté asegurada una separación

neta entre el sector de productos nobles, destinados al consumo humano, y subproductos industriales.

En estas dependencias del Matadero, han de estar incluidas todas las naves de sacrificio y talleres de manipulación y preparación de carnes, productos cárnicos y despojos comestibles, que reúnan las máximas condiciones de higiene y con la separación debida, las instalaciones adecuadas para el aprovechamiento, tratamiento y transformación de toda clase de subproductos (callos, tripas, glándulas, cueros, pezuñas, cuernos, pelos, etc.).

En lugar estratégico de estas dependencias, debe estar situada la oficina y laboratorio para la inspección veterinaria.

La zona frigorífica debe ser lo más amplia posible para prestar servicio eficaz a todas las dependencias del matadero.

Cuando menos deben constar de cámaras de oreo refrigerado, cámaras de conservación de canales, o carnes en régimen de refrigeración, túnel o túneles de congelación y cámaras de conservación de congelados en número y volumen concordante con la capacidad de trabajo del matadero.

En construcciones independientes del bloque del Matadero se situarán el establo-lazareto, matadero sanitario y horno crematorio, en los que se procederá al secuestro de animales sospechosos o enfermos, sacrificio de animales enfermos o portadores de enfermedades epizooticas y destrucción de decomisos.

2.1.3. Instalaciones y Utillaje. — Como ya hemos dicho, en los corrales debe de haber instalaciones adecuadas para que la inspección del ganado vivo, sea eficaz, y proporciones las máximas seguridades al inspector y personal auxiliar.

Todos los huecos que comuniquen al Matadero con el exterior (ventanas, puertas, etc.), han de estar dotados de dispositivos que impidan la entrada de insectos, pájaros, roedores, etc.

En las salas de sacrificio y faenado de canales se instalarán puestos estratégicos para la inspección de vísceras, despojos y canales que aseguren el perfecto

estado sanitario de todo cuanto ha de ser destinado al consumo humano.

El Matadero debe constar de instalaciones para el lavado y desinfección de vehículos y estercolero con sistemas de renovación y aireamiento.

Todo Matadero Frigorífico ha de tener instalada una red de carriles aéreos, de altura y disposición adecuada para que la circulación de canales entre las distintas dependencias se realice sin que puedan ocurrir contaminaciones procedentes del suelo o de contactos de las carnes con las paredes. Esta red de carriles dispondrá de una derivación para canales sospechosas y otra para canales decomisadas que impidan el contacto con las canales aptas para el consumo.

Contará con agua potable fría y caliente en cantidad y a presión suficiente en todas las dependencias del matadero.

Independientemente de los aseos para el personal, deberá tener instalados próximos a los puestos de trabajo, lavabos en cantidad suficiente, dotados de jabón y toallas de un solo uso, o secadores de mano automáticos, así como esterilizadores de útiles de trabajo. Los vestuarios y aseos del personal no comunicarán directamente con las salas de sacrificio o manipulación de canales o carnes.

Los pisos y paredes de todas las dependencias han de ser impermeables para su fácil limpieza y desinfección, dotando aquéllos de la inclinación y desagües suficientes que eviten la acumulación de aguas residuales.

Deberá contar con los locales necesarios para el sacrificio de las especies de abasto que se vayan a faenar, dotados de iluminación y ventilación racionales.

Se tendrá en cuenta que todas las instalaciones y útiles deben estar contruidos con materiales resistentes a la corrosión, fáciles de lavar y desinfectar.

- 2.2. *Organización propiamente dicha.* — Una vez montado el Matadero o simultáneamente con el montaje, es preciso conjugar con la máxima perfección posible la organización sanitaria y la técnica, para que suministren el material adecuado a la

organización comercial, que en definitiva, es la que proporcionará el índice de perfección o imperfección de funcionamiento.

2.2.1. Organización sanitaria. — Las funciones sanitarias son desempeñadas por veterinarios dotados de la especialización precisa y con criterio claro de que la inspección no consiste en realizar grandes decomisos, sino en aprovechar al máximo las carnes, dentro de las normas sanitarias más estrictas. Estos se han de ocupar de efectuar la inspección veterinaria rigurosa de los animales en vivo, así como de las canales y despojos *post-mortem*, de velar para que todas las prácticas de sacrificio y faenado se lleven a cabo dentro de las más severas normas de higiene, cuidando que los tratamientos y conservación de carnes y despojos por el frío se efectúen correctamente, así como la disposición en los vehículos de transporte para que las carnes y despojos comestibles lleguen al lugar de consumo sin sufrir deterioro alguno.

2.2.2. Organización técnica. — Todo Matadero ha de contar con una organización técnica que se responsabilice de que el aspecto técnico se lleva a cabo con la máxima perfección.

Este sector de la organización estudiará continuamente la mejor preparación de carnes y despojos dentro de su ámbito, así como el aprovechamiento idóneo de los subproductos industriales, para proporcionar a la empresa la mayor rentabilidad, bien sea por mecanizaciones que economicen tiempo y mano de obra o por mejor aprovechamiento de estos factores.

También se cuidará esta sección desde el punto de vista técnico, de la correcta aplicación del frío, del uso eficaz de los vehículos de transporte y del funcionamiento de las instalaciones y utillaje, en general, del Matadero.

2.2.3. Organización comercial. — Con las bases que le dicten la organización sanitaria y técnica, la organización comercial ha de ocuparse de las dos facetas importantes: de compra de ganado, en la cantidad y calidad requeridas por la empresa y de establecer los canales comerciales precisos para la venta de las canales y carnes

procedentes del Matadero, informando a su vez a la organización sanitaria y técnica, de las modificaciones que sean convenientes introducir en el funcionamiento de dichas secciones para que los productos finales resultantes sean fácilmente comercializables y se adapten a las exigencias peculiares de los distintos mercados.

3. FUNCIONAMIENTO

Para nosotros el funcionamiento va íntimamente ligado a la organización, de forma tal que sin una buena organización difícilmente podría darse un funcionamiento satisfactorio.

El funcionamiento es la parte fisiológica del Matadero, en tanto que la organización representa el aspecto anatómico y al igual que el organismo necesita para vivir la integridad de los órganos y que éstos funcionen dentro de la normalidad, la vida económica, empresarial del Matadero se debe a la conjunción y coordinación perfecta de la organización y el funcionamiento.

Sin embargo, y a sabiendas de que organización y funcionamiento constituyen o deben constituir un «todo» armónico, los exponemos separadamente para facilitarnos la exposición.

Dado que hemos considerado como sistemas principales de organización, el sanitario, el técnico y el comercial, al estudiar el funcionamiento lo enfocaremos en los tres aspectos citados.

3.1. *Aspecto sanitario.* — El equipo que ha de hacer funcionar la organización sanitaria, ha de estar integrado por un grupo de veterinarios especializados, a las órdenes de uno que asuma la responsabilidad de todas las actuaciones y que estará representado por el Director Técnico Sanitario.

3.1.1. Parte de este equipo ha de ocuparse de la inspección en vivo de las reses de abasto que lleguen al Matadero, vigilando principalmente las facetas siguientes:

- a) Que la descarga de ganado, desde los vehículos de transporte, se lleve a cabo con las máximas garantías para evitar lesiones de los animales y riesgos de los operarios que trabajan en este lugar.
- b) Que los animales tengan el reposo preciso ya que los fatigados, además de sangrar mal, presentan después del sacrificio, entre otros defectos, unas carnes con pH elevado, que dificulta el tratamiento

por el frío y su conservación por este agente, función primordial de los Mataderos Frigoríficos.

- c) Que la inspección en vivo se realice con la meticulosidad necesaria. Eliminando aquellos animales que presenten síntomas claros de enfermedad, remitiéndolos al establo-lazareto para su observación detenida o bien al Matadero sanitario para su sacrificio, según convenga y dando cuenta, si hubiere lugar, a las autoridades veterinarias competentes.

Independientemente de ello, deberán cursar información a los servicios de inspección en las naves, sobre aquellos animales que sin presentar signos claros que hagan sospechar una determinada enfermedad, puedan evidenciarse en la inspección *post-mortem* lesiones que puedan constituir riesgo para los consumidores de sus carnes.

- d) Que los animales aptos para el sacrificio, sean conducidos con la menor agitación posible a las naves de matanza, pasando por las «mangas de baño», descritas en otro lugar, o que sufran, cuando menos, una ducha, que limpie en la medida posible los detritus adheridos a la piel y favorezca la sangría.
- e) Que los vehículos de transporte de ganado, una vez descargados sean lavados y desinfectados, previamente a que abandonen el recinto del Matadero.
- f) Que las dependencias de muelles de descarga, corrales, establos, mangas de conducción, etc., sean lavadas y desinfectadas diariamente, como mínimo al final de cada jornada de trabajo.

3.1.2. Inspección en naves de sacrificio y otras dependencias. Investigaciones patrocinadas por los exportadores de carne de Australia y Nueva Zelanda demostraron que las contaminaciones de las canales se debían a las siguientes causas principalmente:

1) Suciedad de pieles y animales.	33 %	aproximad.
2) Impureza de la atmósfera del matadero	5 %	»
3) Contenido de las vísceras en condiciones normales . . .	3 %	»
4) Transporte y almacenamiento .	50 %	o más
5) Despiece y embalaje de carnes .	2 %	»
6) Factores diversos (utensilios, personal, etc.)	3 %	»

De aquí se deduce que el inspector o el equipo de inspección en las distintas naves de sacrificio, como mínimo debe desarrollar la función de:

- a) Que previamente a iniciarse el trabajo, se encuentren en perfecto estado de limpieza las naves, instalaciones y equipo en general, así como el personal destinado a trabajar en la nave, en evitación de que se produzca mayor polución ambiental, de lo que normal e inevitablemente acontece.
- b) Que los animales lleguen al lugar de aturdimiento o sangría con la piel lo más limpia posible, ya que éste es el segundo factor, en importancia, que provoca contaminación de las canales, al decir de australianos y neocelandeses.
- c) Que las operaciones de aturdimiento se realicen con las máximas garantías de seguridad de personal y las mejores condiciones técnicas y de higiene, ya que han de influir sensiblemente en la calidad de las carnes. Citemos a título de ejemplo, el caso de los cerdos aturdidos por choque eléctrico, en los que siendo la descarga eléctrica la adecuada, en cuanto a voltaje, amperaje, etc., si transcurren más de treinta segundos entre el aturdimiento y la iniciación de la sangría, se producen ciertas alteraciones a nivel de las sinovias de las articulaciones, que desencadenan durante la curación del jamón putrefacciones en las mencionadas articulaciones.
- d) Que todas las operaciones de sangría, desuello, eviscerado, formación de la canal, etc. se realicen con limpieza e higiene.
- e) Que se realice con la mayor rapidez posible la evacuación de las partes sucias, para evitar contaminaciones de las partes nobles y del ambiente.
- f) Que los puestos de inspección y organización de la misma, permitan realizar cuanto expresamos en el apartado anterior y que de otra parte aseguren en todo momento la identificación de los distintos despojos —comestibles e industriales— que correspondan a una canal determinada.
- g) Que las canales sean selladas con las estampillas oficiales de inspección, que aseguren su aptitud de consumo y su procedencia.

- h) Que todo el reciente frigorífico se encuentre en perfecto estado de limpieza y desinfección, en evitación de contaminaciones por parásitos, hongos u otros gérmenes, de las canales, que cuando menos desencadenarán depreciaciones de las mismas.
- i) Que la conservación de canales o carnes por el frío se realice en las debidas condiciones sanitarias, de estiba, etc.
- j) Que los vehículos destinados al transporte de canales o tratadas por el frío, reúnan las debidas condiciones para el fin a que son destinados y que, previamente a su utilización, hayan sido lavadas y desinfectadas.
- k) Que la carga de dichos vehículos se ordene con arreglo a las normas técnico-sanitarias, recomendadas por la ciencia y exigidas por los textos legales.

Asimismo, los Servicios de Inspección vigilarán para que todas las manipulaciones de las carnes, caso de que se realicen despieces o elaboración de conservas u otros productos, se lleven a cabo con materia prima sana, previamente controlada que no se utilicen más productos que los autorizados y que las manipulaciones se verifiquen con todo género de garantías sanitarias.

También velarán para que el tratamiento de despojos comestibles sea efectuado en salas adecuadas, limpias, dotadas de la maquinaria precisa y las manipulaciones a que son sometidas sean todo lo higiénicas que el caso requiere.

Se vigilará que las plantas de aprovechamiento de despojos industriales y de destrucción o aprovechamiento industrial de decomisos no contamine ni los edificios ni los productos obtenidos en las salas propias del matadero.

Independientemente de cuanto antecede, los Servicios Veterinarios de Inspección, deberán asumir la responsabilidad de que todas las dependencias, instalaciones y útiles de trabajo estén siempre limpios y que al menos sean lavados y desinfectados convenientemente, al final de cada jornada de trabajo.

Se cuidará de que el personal que presente heridas en las manos o en cualquier otra región anatómica su-

ceptible de entrar en contacto con las carnes o canales, así como el que presente signos de enfermedad, no sea admitido al trabajo hasta tanto no haya sido reconocido por los Servicios Médicos y certificada su aptitud para la labor que normalmente tiene asignada.

Para desarrollar toda esta función el Inspector ha de tener una clara conciencia de su responsabilidad, teniendo en cuenta que bajo su control se está produciendo carne y que ha de procurar por todos los medios prevenir la entrada de carne enferma en las canales comerciales para alimentación humana, cuidando siempre de evitar cualquier alteración de las carnes, para que el hombre disponga de mayores recursos, en cantidad y calidad.

A veces el inspector tropieza con serias dificultades, para el funcionamiento del Matadero y cumplimiento de su función, bien sea por la instalación inadecuada del Matadero, factor que va desapareciendo día a día, por ser más rigurosas las exigencias previas a su autorización de funcionamiento, o bien porque el operario descuide los principios básicos de sanidad que ha de aplicar en la preparación de canales o carnes, debido a que tras largos períodos de trabajo, olvida que la carne es un alimento, y la manipula como si se tratara de cualquier otro material no alimenticio.

Estos factores, pueden ser subsanados, el primero por la administración central, y el segundo por el entrenamiento y educación del obrero, labor que debe ser desarrollada por los veterinarios que efectúen los servicios de inspección en la empresa.

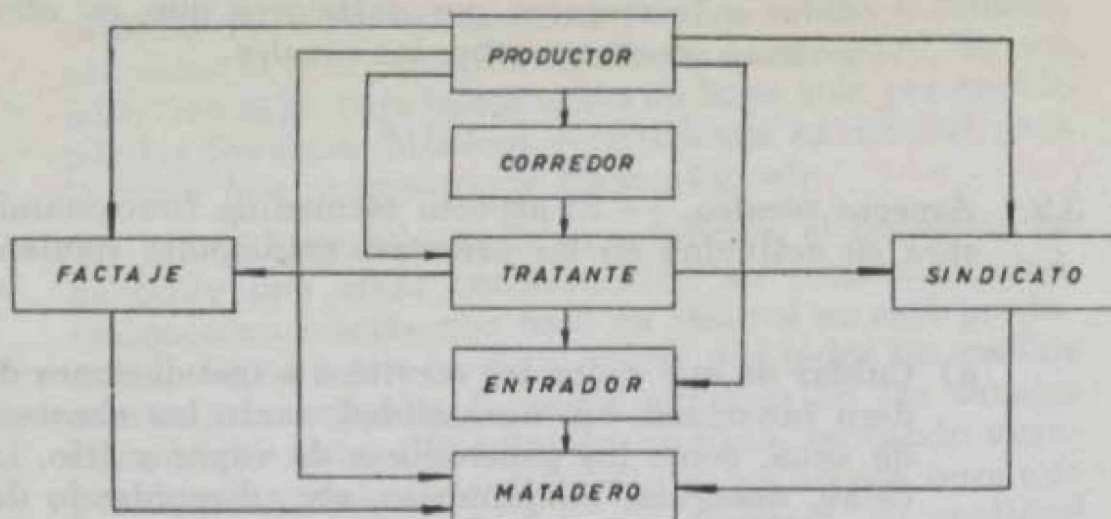
Vemos pues que los servicios veterinarios en el funcionamiento de la empresa, desempeñan una triple función; «sanitaria» ya que son responsables de que toda la carne que salga sea apta para ello; «social» pues al cuidar de que todas las manipulaciones, almacenamiento, transporte, etc., se realicen con las máximas normas de higiene y que las dependencias, instalaciones, personal, se encuentren siempre limpios y aseados, es menos fácil que se produzcan contaminaciones que estropeen el buen estado de las carnes, con lo que son mayores en cantidad y calidad las disponibilidades que se ponen en manos del consumidor; y «económico» por aprovecharse al máximo los subproductos y evitar pér-

didadas a la empresa por deterioros que, en otros casos, podrían acontecer sobre las canales.

3.2. *Aspecto técnico.* — El aspecto técnico de funcionamiento basará su actividad en las premisas principales siguientes:

- a) Cuidar de que todos los servicios e instalaciones del Matadero funcionen con normalidad, tanto los abastecimientos de agua, como los generadores de vapor y frío, la electricidad, desagües, maquinarias, etc., disponiendo de medios apropiados con el fin de que cualquier contingencia que surja sea subsanada con la máxima rapidez.
- b) Velar por el mantenimiento y conservación de maquinaria, instalaciones y utillaje.
- c) Organizar técnicamente los puestos de trabajo, en las diversas secciones del Matadero, coordinando el funcionamiento entre ellos, al objeto de racionalizar el trabajo, incrementar la productividad y reducir al máximo los gastos generales de explotación.
- d) Estudiar y realizar las mejores presentaciones de los productos y subproductos para que reuniendo las exigencias legales, se obtenga de ellos mejor comercialización.
- e) Estudiar y poner en marcha, si convienen, las sugerencias e informaciones que se reciban de los sectores sanitarios y comerciales.
- f) Estar en contacto con los centros de estudio e investigación en la materia, tanto nacionales como internacionales para estar al día de las modernizaciones y avances que surjan en el campo de su competencia.
- g) Organizar, en colaboración con los servicios sanitarios, la escuela de capacitación profesional, dentro de la empresa, siempre que se disponga de medios para ello.

3.3. *Aspecto comercial.* — El funcionamiento de la organización comercial, se cifra en la compra de ganado y la venta de sus carnes. Es decir, el circuito de comercialización de la carne en líneas generales, se resumen en el gráfico siguiente:



3.3.1. Funcionamiento de las compras del Matadero propiedad de empresa privada.

Compras directas al ganadero. — En este caso la organización de compras del Matadero Frigorífico ha de contar con una serie de corredores, distribuidos estratégicamente en las zonas de producción más caracterizada, quienes compran por cuenta del Matadero, a comisión.

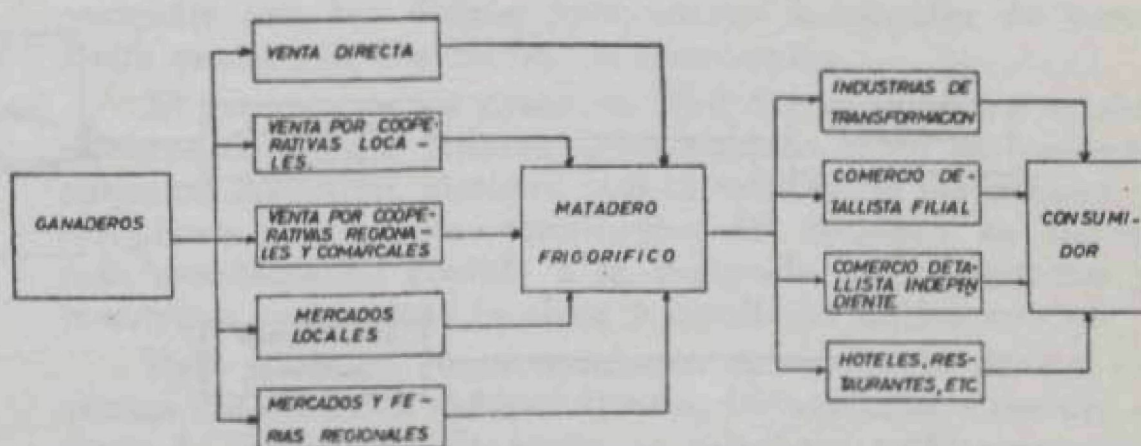
Compras a través de cooperativas locales. — Los ganaderos de determinadas localidades se han constituido en cooperativas de producción, que además de organizar adecuada y racionalmente la explotación ganadera, ofrecen al Matadero, directamente, lotes de ganado homogéneo, dentro de ciertos límites, sin intermediario alguno. En este tipo de mercado se benefician el vendedor y comprador ya que las comisiones se reparten en distintas proporciones entre comprador y vendedor.

Compras a través de cooperativas Regionales o Comarcales. — Puede darse el caso de que varias cooperativas locales se agrupen en una Cooperativa Regional o Comarcal, que comercializa el ganado de abasto, programando las ofertas a uno o a varios mataderos frigoríficos.

Mercados locales. — La celebración de mercados locales, cada vez menos frecuentes, permite a los Mataderos realizar sus compras a través de corredores o tratantes, que actuando a comisión y por cuenta del Matadero adquieren el ganado.

Mercados regionales. — La concurrencia de los ganaderos a estos mercados que se celebran periódicamente es profusa, en ellos se realizan operaciones importantes y el matadero se ve obligado a concurrir a ellos por medio de corredores o tratantes, etc., reciben del Matadero la orden de compra o de abstención.

El resumen de esta clase de funcionamiento se expresa en el esquema siguiente:



3.3.2. Funcionamiento de las compras en Matadero Cooperativo.

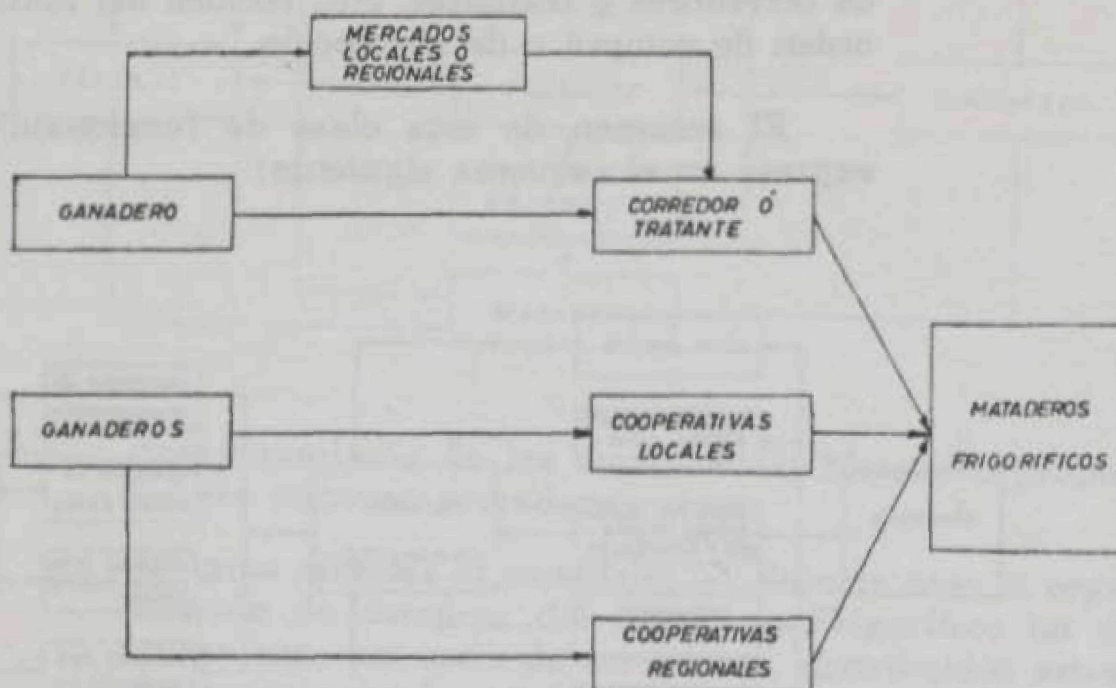
Si el Matadero es de tipo Cooperativo, la organización de compras es más sencilla, ya que por lo regular, los cooperativistas se obligan a ofrecer sus ganados al Matadero, dentro de unas normas de calidad preestablecidas, por lo regular, y esperar la liquidación que resulte de la comercialización total. Este sistema, bien llevado, es uno de los que reportan mayores beneficios económicos al productor y al consumidor, puesto que se evitan numerosos gastos innecesarios. Su funcionamiento se puede expresar así:

3.3.3. Funcionamiento de las compras en Matadero Municipal.

Si el Matadero Frigorífico es de tipo Municipal, el productor tiene varias vías para ofrecer su ganado, que señalamos en el siguiente esquema:

Como vemos por el gráfico, las figuras que intervienen son productor, corredor, tratante, entrador, Fac-

taje Municipal y Sindicato de Ganadería, siendo la figura central el entrador, al que le hacen competencia el Factaje y el Sindicato.



Así pues el Matadero de la naturaleza que sea, adquiere en las formas descritas las clases de ganado más apropiadas para sus fines, cuyo ganado es sacrificado y tratado adecuadamente en la factoría a fin de rendir los productos requeridos por los diversos sectores de Mercados.

Independientemente de la comercialización adecuada de los subproductos industriales, la labor más importante es la de comercialización de las canales, carnes y despojos comestibles.

3.4. Funcionamiento de ventas

El funcionamiento de ventas, podemos clasificarle según los siguientes canales comerciales.

- Venta de canales, carnes y despojos comestibles a detallistas que son filiales del Matadero.
- Venta de canales, carnes y despojos comestibles a detallistas independientes.

- Venta de canales, carnes y despojos a industrias de transformación o elaboración de conservas y otros productos cárnicos.
- Venta de canales, carnes y despojos a centros colectivos de consumo (hoteles, pensiones, restaurantes, cafeterías, Colegios, etc.).

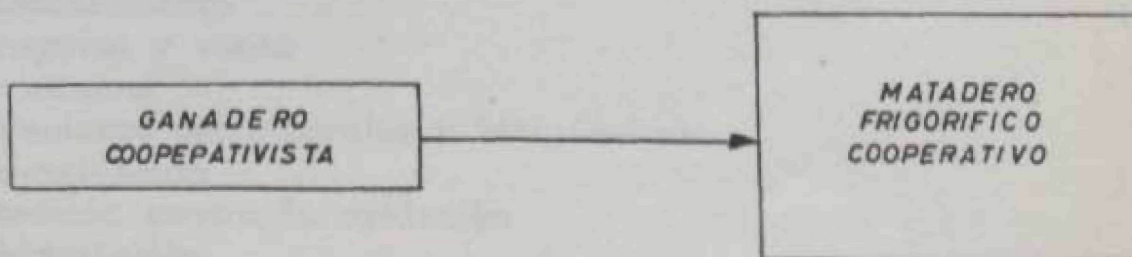
El funcionamiento de los sistemas de ventas por los canales comerciales que acabamos de describir, bien puede hacerse directamente, sobre pedido previamente recibido, que sería lo ideal, o bien concurrir a los grandes Centros de consumo a competir con los demás proveedores habituales de carne a dicho centro, en los mercados mayoristas.

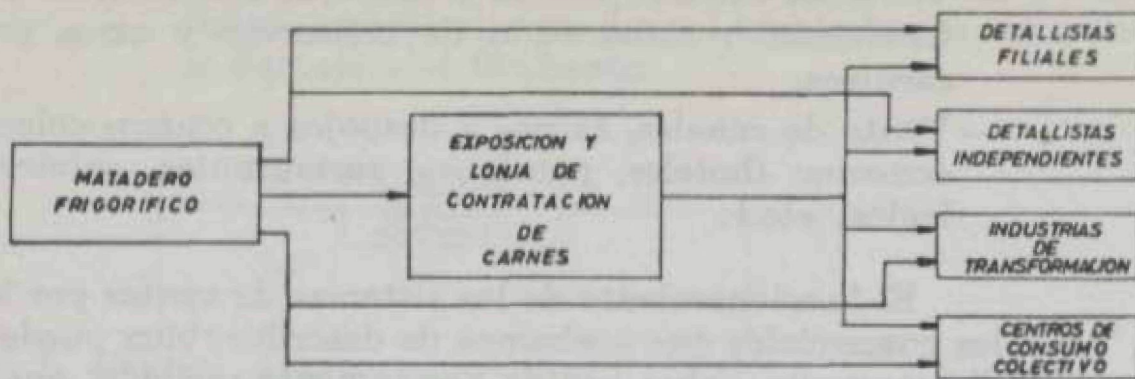
El primero de los casos, es fácil de poner en los establecimientos detallistas filiales del Matadero, y en los centros de consumo colectivo, siempre que la calidad de las canales o de las piezas o productos resultantes del despiece, se adapte lo más exactamente posible a la demanda del comprador y se mantenga seriamente la clase y condición de los envíos.

Para el buen funcionamiento del segundo de los casos, ventas a detallistas independientes, industriales e incluso a alguno de los centros de consumo colectivo, estimamos preciso la instalación de los núcleos importantes de consumo, de las lonjas de contratación de carnes, bien sean de propiedad municipal o privadas, dotados de los escaparates precisos, debidamente acondicionados por el frío, para mostrar la calidad de los productos que se ofrecen al mercado, así como de los Almacenes Frigoríficos capaces de conservar en condiciones apropiadas las cantidades de carne que afluyan a la lonja.

A estos establecimientos concurrirán los compradores, quienes tras observar el muestrario que se les presenta, adquirirán los tipos y calidades de canales o carnes (piezas) más adecuadas para el desenvolvimiento de su comercio detallista o su industria.

Los tipos de venta descritos se esquematizan en el siguiente diagrama:





Con esto damos por concluida la exposición de este tema, a sabiendas que habrán quedado muchos puntos sin estudiar, dada la amplitud del sujeto, pero con la esperanza de haber abordado y esbozado los principales aspectos, con lo cual nos damos por satisfechos.

Tratamiento frigorífico de pescados. Alteraciones

por F. BERNAL

Dr. Veterinario. Servicios Veterinarios del
Mercado Central del Pescado de Barcelona

INTRODUCCIÓN

1. Factores que lo condicionan
 - 1.1. Factores biológicos
 - 1.2. Capturas
 - 1.3. Eviscerado
 - 1.4. Lavado y envasado
2. Tratamientos frigoríficos
 - 2.1. Refrigeración
 - 2.1.1. Por mezcla con hielo
 - 2.1.2. Por salmuera
 - 2.1.3. Por aire
 - 2.1.4. Srobreenfriamiento
 - 2.2. Congelación
 - 2.2.1. Por salmuera
 - 2.2.2. Por aire
 - 2.2.3. Por contacto
 - 2.3. Almacenamiento
 - 2.4. Transporte y venta
3. Alteraciones
 - 3.1. Alteraciones estructurales y bioquímicas
 - 3.2. Auto-oxidación
 - 3.2.1. Protección contra la oxidación
 - 3.3. Deshidratación

TRATAMIENTO FRIGORIFICO DE PESCADOS. — ALTERACIONES

1. La frigorificación de pescados constituye un tratamiento obligado en la conservación de sus calidades, como alimento, en todas las fases de su comercialización, desde el momento de su captura hasta su consumo.

Se hace necesario este tratamiento de una manera continua por las condiciones que rodean la provisión de este alimento: Su categoría biológica; el medio ambiente en que habitan; las circunstancias que concurren en los sistemas de captura; las obligadas manipulaciones durante su vida comercial, etc., le hacen en todo momento susceptible de sufrir las alteraciones fermentativas que terminarían con la inutilización como tal alimento.

1.1. *Circunstancias biológicas*

Las estructuras y composición orgánicas, le hacen fácilmente atacable por toda clase de elementos fermentecibles. La ligera protección que supone el tegumento cutáneo, facilita grandemente la penetración de gérmenes del medio que le rodea, desde el momento de su muerte.

La total ausencia de tejidos de sostén, que protejan sus fibras musculares del ataque de aquellos procesos, y la labilidad de sus constituyentes proteicos, que unido al elevado contenido acuoso y presencia de elementos minerales favorecedores, facilitan en alto grado la continua acción de los procesos degradativos por invasión microbiana centrípeta. La existencia de unos potentes enzimas orgánicos en su tramo digestivo, que desde la muerte del animal, ocasiona la degradación orgánica siguiendo una vía centrífuga.

Por otro lado, al no poseer los pescados sistemas de autorregulación térmica, presentan en su «hábitat» una temperatura próxima al medio ambiente; la diferencia más marcada la ofrecen especies como el atún, con un intenso metabolismo, y sólo llega a ser de unos 3° C. superior a la de aquél. Puesto que las temperaturas de las aguas profundas de captura es inferior en 10 o más grados a la de las aguas superficiales, y bastante constante, nos encontraremos con que la temperatura del aire superficial aumenta grandemente la proliferación bacteriana y los procesos autoenzimáticos del pescado.

1.2. *Capturas*

La intensidad y rapidez de las operaciones de captura obligan a que con demasiada frecuencia el pescado extraído se pase bastantes horas antes de su acondicionamiento, con frecuencia son de 6 a 12 horas el

tiempo que el pescado permanece en cubierta en las operaciones de eviscerado, decapitado y selección y acondicionamiento. Ello da lugar a que, según la temperatura ambiente se produzcan alteraciones ya irremediables, por muy adecuados que sean los tratamientos posteriores. REAY y SCHERWAN (1950) han comprobado en el bacalao, la disminución potencial de 2 a 6 días de conservación, si han permanecido durante 24 horas a 7° C. antes de ser acondicionados en hielo, decuplicándose el número de bacterias en 18 horas a 7°C. La permanencia en el puente del barco de 8 a 13 horas a 10° C. antes de ser colocados en hielo, ocasiona unas diferencias de calidad apreciables ya a los 3 días de conservación (RIEMANN y BRAMSNAES).

1.3. *Eviscerado*

El contenido intestinal constituye una fuente de contaminación de gran importancia, tanto bacteriana como por enzimas proteolíticos, y que únicamente temperaturas inferiores a la de congelación frenan o paralizan totalmente. La importancia de la evisceración es por tanto obvia, aún aplicando cualquier medio conservador. Viene condicionada por el tamaño de la especie, entre las que se encuentran los clupeidos y escómbridos, en los que la fermentación enzimática es de gran intensidad, particularmente en las épocas de mayor plenitud nutritiva, con lo que rápidamente ocasionan la destrucción de los tejidos abdominales, propagándose rápidamente a los restantes. Por ello, la evisceración de los pescados, cuando su tamaño lo permita, y el lavado del pescado eviscerado, constituye un tratamiento previo a la refrigeración inexcusable. En las especies en que esta operación no sea posible, la rápida y adecuada refrigeración, permitirá una disminución de los procesos fermentativos.

1.4. *Lavado y envasado*

El lavado del pescado después de su captura y evisceración tiene gran influencia, con preferencia en los pescados de arrastre, por quedar completamente impregnados de toda clase de elementos en las operaciones propias del sistema, y quedar sucios con los destrozados pescados pequeños que puedan quedar mezclados con ellos.

La calidad de las aguas del lavado ha de tener por tanto gran importancia, siendo tanto más adecuada cuanto más lejos se recoja de las zonas costeras y portuarias, que están excesivamente contaminadas, con frecuencia con flora mesófila de origen intestinal humano y por productos de origen diverso, naftas, etc. Experimentalmente se ha demostrado que la calidad del pescado se prolonga por lo menos siete días más realizando un eviscerado correcto y lavando con agua marina inmediatamente después.

El envasado, como última fase del acondicionamiento previo a la conservación, ha de tener también su importancia y ser realizado correctamente. Para pescados que hayan de ser conservados por refrigeración, se debe extremar las condiciones de limpieza y desinfección.

Cuando los envases, ordinariamente de madera, no son lo suficiente limpios o desinfectados, ofrecen una fuente de contaminación por flora mesófila que fácilmente prolifera en las mucosidades que recubren el pescado, por tratarse de un medio de cultivo extraordinariamente propicio a su desarrollo. Son innumerables las experiencias de contajes bacterianos que demuestran esta circunstancia.

Por ello deben implantarse los envases metálicos, al menos para la manipulación en los barcos pesqueros, por su mejor limpieza y facilidad de desinfección.

Por ello, en definitiva, teniendo en cuenta estas circunstancias que inciden en la obtención de un producto con las debidas condiciones de calidad comercial y salubridad para el consumo, hemos de orientar los medios para obtenerlas bajo dos principales directrices: adecuada higiene y rapidez en todas las manipulaciones y medios que entran en la industria pesquera, y la obligada y adecuada aplicación del frío, que impida la continuación de los procesos fermentativos degradatorios, tanto microbianos como autoenzimáticos.

2. TRATAMIENTOS FRIGORÍFICOS

Estos, podríamos decir sin error, que constituyen la base sobre la que se asienta toda la industria pesquera actual y unidos a los más recientes adelantos de aplicación de radiaciones ionizantes, la del porvenir.

Los sistemas frigoríficos de aplicación a la industria pesquera serán dependientes del objeto que pretendamos obtener, y de la duración del proceso conservador. Podemos considerar dos procedimientos fundamentales: el tratamiento frigorífico que no llega a la cristalización del agua de constitución tisular, refrigeración, y el que la produce, la congelación.

2.1. *Refrigeración*

La refrigeración se fundamenta principalmente en la disminución de la temperatura de la masa muscular del pescado hasta los 0° C. Para conseguirlo se hace preciso proporcionar el contacto del pescado con un medio refrigerante, de modo que el conseguir aquella temperatura en todas las masas musculares se lleve a efecto con la mayor rapidez. En principio se consigue por tres procedimientos: Por mezcla con hielo, por inmersión en salmuera y por acondicionamiento en cámara frigorífica.

2.1.1. *La refrigeración por mezcla con hielo es el procedimiento más generalizado y de fácil aplicación.* El hielo puede agregarse troceado y en escamas, en general, para el pescado es más conveniente agregar el hielo en escamas, por la facilidad con que éstas se adaptan a las superficies de las variadas formas y tamaños del pescado, y al propio tiempo no traumatizan la superficie corporal, produciendo puertas de entrada a las infecciones. El hielo se debe agregar en la proporción de una parte de hielo por tres de pescado, de modo que todo el pescado contacte con el hielo. Constituye un medio muy rápido de refrigeración y además presenta la posibilidad de que al ser mezclado en el momento de su fabricación con sustancias conservadoras, o salinas, permiten una mayor eficacia conservadora. Entre los conservadores utilizados el que se ha mostrado más eficaz ha sido los esteres o sales del ácido benzoico, que en pruebas realizadas por TARR desde 1938, se ha mostrado eficaz para permitir una mejor conservación durante 6 días a la concentración de 0'1 %, habiéndose comprobado, por otro lado, que apenas si tiene poder de penetración en las masas musculares. Según HARVEY y FELLERS, apenas si llega a los 6 m/m.

La adición de antibióticos y emulgentes al agua de obtención de hielo iniciada por TARR en 1942, a raíz de la obtención industrial de la penicilina, ha sido continuamente experimentada, empleándose todos los antibióticos que la industria química ha ido elaborando. Realmente los únicos que se han mostrado eficaces han sido los del grupo de las tetraciclinas, usadas ya desde hace años, en forma de hielo antibiótico agregándolas al agua en la proporción de 1 a 5 partes por millón, bajo unas condiciones especiales de fabricación, habiendo permitido aumentar hasta 15 días la acción conservadora frente a lotes testigos en igualdad de condiciones. En general todos los países autorizan la adición de antibióticos al hielo para usos alimenticios, si bien condicionan la proporción de las mezclas, de forma que sólo queden vestigios del mismo en el alimento.

2.1.2. *Refrigeración por salmueras.* Las salmueras de baja concentración, al 4 o 5 %, refrigeradas por la adición de hielo o por frigorífico, pueden también ser utilizadas como medio refrigerante, si bien su empleo queda limitado a contadas aplicaciones.

Tiene la ventaja de una mayor rapidez en la transmisión del frío y por tanto provoca un enfriamiento más rápido, aunque frente a esta ofrece el inconveniente de que a esta temperatura la penetración de la sal en las masas musculares es muy fuerte, y con ello todos los inconvenientes de ésta. Se emplea casi exclusivamente en las especies de clupeidos que han de ser destinados casi con preferencia a la industrialización. También puede utilizarse en pescados de esta especie para el consumo directo, permitiendo con un tratamiento frigorífico una mayor conservación y mejor consistencia.

2.1.3. La refrigeración en frigorífico es la más generalizada hoy día, por su capacidad de aprovechamiento, si bien hemos de partir de la base de que es el sistema, usado en exclusiva, menos indicado para una refrigeración rápida, por ser el aire el medio más lento de transmisión térmica. Por otro lado hay que tener muy en cuenta el grado higrométrico de las cámaras, el cual debe ser al menos del 80 % para una mejor conservación.

Generalmente en la práctica se mezclan estos tres sistemas de aplicación del frío en régimen de refrigeración, utilizando así las ventajas indiscutibles de cada uno de ellos, y de acuerdo con la especie y días de posible conservación, vemos que en ocasiones se recurre a los tres medios, ligera salazón, hielo y cámara frigorífica.

2.1.4 Sobreenfriamiento. Una ligera variante de la refrigeración es el método denominado «sobreenfriamiento», consiste fundamentalmente, en utilizar una refrigeración más intensa, que produzca temperaturas de hasta -3°C en el interior de las masas musculares del pescado. Se consigue esto por el empleo de cámaras y preferentemente en compartimentos estancos y herméticamente cerrados, aislándolos lo mejor posible del aire ambiental más elevado de temperatura. Con este método se consigue aumentar los días de conservación del pescado hasta en más de 30 sobre lotes testigos, y en condiciones de salubridad suficientes para el consumo o usos industriales.

Como inconvenientes tiene el de una imposibilidad de aplicación industrial para grandes cantidades de pescados, por la imposibilidad de aplicar cualquier sistema que produzca la suficiente estanqueidad al producto. Y, además, el producto obtenido después de esta conservación por haber sufrido una congelación parcial, según los días que haya estado sometido al tratamiento, presenta un aspecto algo semejante al del congelado.

2.2. Congelación

Cuando el pescado es sometido a la acción de temperaturas más bajas que las de refrigeración, los líquidos intertisulares cristalizan, las masas musculares se hacen rígidas, y cuando toda la fase líquida de constitución orgánica queda solidificada, cesan las reacciones bioquímicas entre los constituyentes celulares, paralizándose igualmente la actividad microbiana, y en consecuencia el pescado se encuentra al abrigo de toda alteración fermentativa o enzimática.

Sin embargo, en la aplicación industrial de la congelación a los productos pesqueros, difícilmente se consigue la total cristalización del agua de constitución, permaneciendo siempre una cierta cantidad de

agua que mantiene cierta actividad biológica, y por tanto las alteraciones del medio, lo cual es preciso tener en cuenta durante las diferentes fases de comercialización (congelación, almacenaje y descongelación).

Cualquiera que sea el sistema utilizado ha de sujetarse a dos premisas fundamentales: preparación adecuada del producto y velocidad de congelación, necesarias para conseguir un producto de superior calidad, tanto comercial como bromatológica.

Industrialmente se dispone de tres sistemas de congelación: Por inmersión en salmueras frigoríficas; por aire frío y por contacto.

2.2.1. *Congelación por salmueras frigoríficas*

La congelación con salmueras frigoríficas, amén de ser el primer método utilizado, es el que produce una congelación más rápida, en primer lugar por conseguir temperaturas que pueden llegar hasta los -50°C , de acuerdo con la composición salina de la salmuera, y en segundo lugar, por ofrecer un íntimo contacto con el producto a congelar con lo que se consigue una penetración directa del frío.

Presenta los inconvenientes de exigir espacios y depósitos no siempre compatibles con las disponibilidades, especialmente en los buques congeladores; de favorecer intercambios químicos entre los compuestos orgánicos del pescado y los químicos de las salmueras debido a la penetración de los mismos en los tejidos del pescado, penetración que está en función de muy variados factores, como son: concentración, temperatura, tiempo de duración, composición de la salmuera, talla y especie del pescado tratado.

Todos estos factores han dado lugar a que se hayan estudiado diferentes tipos de salmueras a fin de paliar esos inconvenientes que presentan y favorecer su aplicación. La salmuera clásica de cloruro sódico, en concentraciones que pueden variar del 18 al 22 %, llegan a su máxima concentración a producir un producto de deficiente calidad. Se han mezclado con el cloruro sódico diversos compuestos con la finalidad de que aumentando su potencia frigorígena no aumenten sus inconvenientes, como son las glucosas industriales, alginatos, glicerinas, etc. Recientemente DALCQ ha experimentado el empleo de salmueras para contacto directo, a base de soluciones de cloruro cálcico, con las que experimentalmente consigue una temperatura de congelación mucho más baja, de hasta -51°C , sin que se produzca la cristalización de la salmuera, y una menor capacidad de penetración. Ofrece el inconveniente de modificar el aspecto de la piel, lo cual es de tener en cuenta cuando se trata de pescados que han de venderse enteros; pero es mucho mejor que otras salmueras para pescados troceados y embolsados antes de la congelación.

2.2.2. *Congelación por aire*

Se obtiene en cámaras adecuadas mediante la circulación forzada de aire enfriado a temperaturas de -35°C a -45°C . La velocidad adecuada que debe imprimirse al aire circulante dependerá de muchas circunstancias, pudiendo llegar a un límite que no esté de acuerdo con la explotación industrial, por el costo de su obtención según el precio de la energía eléctrica. Se pueden estimar como adecuadas velocidades de 3 a 7 m/s.

El tiempo invertido para llegar a la congelación de los productos, varía enormemente según el volumen de los mismos. Por otro lado la congelación por este sistema, no se produce en todos los paquetes almacenados al mismo tiempo, por existir diferencias de temperatura dentro del túnel de congelación. Sin embargo es la más generalizada porque se adapta fácilmente a todas las necesidades industriales.

2.2.3. *Congelación por contacto*

Se obtiene colocando el pescado a congelarse entre placas metálicas, por cuyo interior circula la salmuera o el propio líquido refrigerante. La separación existente entre las placas metálicas suele ser de unos 10 centímetros de modo que el pescado, colocado en bandejas, recibe rápidamente el frío, por lo que se congela rápidamente y, al mismo tiempo, las pérdidas son muy reducidas. Con este método la temperatura del bloque a congelar llega casi a la del refrigerante.

El método se adapta perfectamente para la congelación de pescados fileteados o mariscos de pequeño tamaño, en bloques pequeños; los pescados de mayor tamaño se han de acondicionar previamente al tamaño de las placas por prensado y envasado.

2.3. *Almacenamiento*

Conseguida la congelación del pescado hemos de tener en cuenta las condiciones en que éste es almacenado hasta el momento de su venta y consumo.

Como es bien sabido no debe perderse en ningún momento la cadena del frío, y tratándose de artículos perecederos cuya conservación puede prolongarse hasta los 12 meses, fácilmente es deducir los cuidados que debe recibir durante todo este tiempo.

Una vez congelado, los bloques de pescado deben ser protegidos convenientemente con el fin de evitar la continuidad de los procesos que el frío ocasiona en la superficie, desecación y oxidación, y de permitir una mayor facilidad en su manejo y transporte.

La mejor protección contra los procesos de desecación y oxidación es con el glaseado (del que hablaremos con más detalle más adelante), y las envolturas con materiales plásticos que se adapten lo mejor posible a la forma del bloque congelado. Para la protección adecuada para su manipulación y transporte se procede al embalaje en cajas de cartón más o menos consistentes, o de madera, y que debe ser de una naturaleza que permita todas las manipulaciones sin romperse.

Las temperaturas que se aconsejan para los almacenes frigoríficos deben ser dependientes de la duración del proceso de conservación, de -20°C para una conservación de hasta 3 meses; -25°C para la conservación de 3 a 6 meses y de -30°C para más de 6 meses. Estas temperaturas de almacenamiento han de ser respetadas dentro de límites muy estrechos, impidiendo por los medios indicados, las posibles variaciones que puedan producirse, por apertura continua de la cámara, realizando trasiegos del artículo en muchas ocasiones innecesarios y fundamentalmente prohibir las re-entradas de paquetes que han permanecido fuera de ellas un cierto espacio de tiempo.

El sistema más conveniente de almacén frigorífico para el pescado es el de aire estático.

2.4. *Transporte y venta*

El pescado congelado deberá ser transportado en medios móviles provistos de aparatos refrigeradores, capaces de producir temperaturas de -18°C , procurando que las operaciones de carga y descarga con camión abierto, sean lo más rápidas posible.

La idea fundamental que ha de presidir todas las manipulaciones de cualquier artículo tratado por el frío, es la de que en ningún momento pierda la temperatura de congelación que le permita mantenerse en las mismas condiciones que cuando fue iniciado el proceso. Por ello es necesaria su permanencia en vitrinas o armarios frigoríficos hasta el momento en que llegue al consumidor.

Estos armarios o vitrinas, si son del tipo de exposición, con aislamiento por corriente de aire, deberá tenerse la precaución de que el pescado esté permanentemente envuelto con materiales que le protejan de la acción deshidratante de la corriente de aire, de otra manera sufren una extrema desecación, que en pocas fechas desmerece el producto.

3. ALTERACIONES

Las aplicaciones del frío como conservador de las cualidades comerciales, bromatológicas y sanitarias del pescado, es, en definitiva, un conjunto de fenómenos físicos a que se someten una serie de estructuras

orgánicas que han perdido, por la muerte, toda facultad de reacción ante esta acción a que le sometemos.

Mientras el pez está vivo permite y tolera una serie de acciones, adversas al medio vital, a las que se adapta con sus propios mecanismos orgánicos, particularmente en este orden de animales que al no poseer sistemas orgánicos de regulación térmica, soportan temperaturas muy bajas.

Pero al morir y ser sometidos a estas acciones de refrigeración y de congelación, indefectiblemente se producen alteraciones en sus estructuras que, si bien en condiciones experimentales, cuando se realizan en las mejores condiciones aplicativas son mínimas, en los tratamientos industriales son una consecuencia del tratamiento.

Al conocimiento de sus causas y evitar sus efectos, tienden todos los estudios que, por técnicos de todo el mundo, se están realizando continuamente a fin de ponerlos en manos de la industria para que los resultados de estos tratamientos proporcionen una materia nutritiva en el mismo estado inicial a su conservación.

En general, la refrigeración, al no provocar ningún cambio fundamental en las estructuras orgánicas, no produce alteraciones en el sentido que pretendemos considerar. Ateniéndonos a la conservación limitada de este método, si está bien conseguida, al quedar paralizada o disminuida la actividad enzimática de gérmenes y enzimas orgánicos, queda suspendida la acción degradativa de los mismos. Cuando se pretende llevar más allá de sus posibilidades de conservación la duración de los mismos, dan comienzo de nuevo, los procesos enzimáticos provocándose una rápida degradación de los componentes bioquímicos que componen el pescado, hasta su fase más sencilla de degradación.

En la congelación, el paso de la fase líquida a sólida, que se produce en los tejidos del pescado, es la que provoca una serie de alteraciones que son de naturaleza irreversible y que condicionan, según la intensidad de las mismas, una calidad más o menos diferente del estado inicial de los productos así tratados, y que es por igual para todos los productos del reino animal, dependiendo únicamente de su estructura y fragilidad y de la naturaleza bioquímica de los elementos que los componen.

Tres alteraciones consideramos como fundamentales que se presentan en el pescado congelado: Las alteraciones tisulares y bioquímicas de las proteínas; la oxidación y la dishidratación.

Estimamos que la presentación de estas tres alteraciones es diferente, pues, así como la primera es originada por los procesos físico-químicos que origina la técnica de la congelación, y por lo tanto inherentes a este método conservador, las otras dos son como una consecuencia de técnicas aplicativas, y por consecuencia susceptibles de mejora o al me-

nos limitadas en su presentación por mejora de dichas técnicas o sistemas aplicados a la congelación.

3.1. *Alteraciones tisulares y bioquímicas de las proteínas*

La consecuencia que se ocasiona de estas alteraciones es la presentación del proceso llamado «exudación» y que podemos definirla como la cantidad de jugo o líquido que suelta el pescado congelado, al sufrir la descongelación en unas condiciones determinadas de superficie y presión por volumen del líquido exudado.

Su expresión cuantitativa, cantidad de jugo obtenido en estas circunstancias por peso del producto, es hasta el momento una prueba rápida, sencilla y, por tanto, práctica, para conocer si las circunstancias de congelación y vejez del producto en su almacenamiento han sido las correctas, pues, cuanto menor sea la exudación, más fresco y mejor el proceso aplicativo conservador.

Constituye un proceso físico-químico sobre el cual no se ha llegado a conclusiones definitivas, al no conocerse la causa íntima que lo produce, por estimarse que son varios los factores que lo influyen, y por los que viene afectado en mayor o menor grado.

El análisis químico del exudado nos da una composición variable dependiente, de la especie del pescado de que se trata, pero siempre bajo unos promedios bastante semejantes; su contenido en nitrógeno parece ser dependiente del miógeno de los elementos musculares.

Fue considerado únicamente como la expresión de las lesiones que la formación de cristales de hielo originan en las membranas celulares, y que por tanto al descongelarse daba lugar a la expulsión de líquidos tisulares, por lo que está en dependencia del tamaño de los cristales de hielo formados en el momento de la congelación, la cual es a su vez dependiente de la velocidad que se imprima al proceso.

Con referencia a este fenómeno, hemos de hacer notar que el 75 % de la fase líquida se congela a los -3°C , el 85 % a los -5°C y el 95 % a los -25°C , el total del agua de constitución quedaría íntegramente congelado a los -50° ó -60°C . Si al propio tiempo tenemos en cuenta que el pescado tiene una elevada cantidad de elementos salinos, en comparación con otros alimentos animales, a medida que se va cristalizando el agua de constitución, la fase líquida que queda sufre una paulatina concentración de las sales minerales disueltas, lo que explica el paulatino aumento de la temperatura para conseguir la totalidad de cristalización del agua tisular. Al propio tiempo nos obligaría a usar del método de congelación más rápido para conseguir esa cristalización masiva. Al no llegar a estas temperaturas, en régimen indus-

trial de aplicación, siempre queda una proporción de fase líquida, que al congelarse incrementa paulatinamente el tamaño de los cristales y con ello va en aumento la acción lesiva que los mismos producen en los elementos tisulares.

Fenómenos semejantes a los descritos se presentan cuando, por deficiencias en la fase de conservación, existan altibajos en las temperaturas produciéndose continuas descongelaciones de los cristales formados y su sucesiva recristalización. Y aún son mayores las alteraciones si extremando las circunstancias se recongela el producto.

Por ello, en estas circunstancias, el goteo se aumenta notablemente como expresión de una congelación lenta y una conservación larga a temperaturas no suficientemente bajas.

Ahora bien, no es esta, la formación de cristales de gran tamaño, la única causa determinante de la excesiva exudación. Otro factor que la influencia viene condicionado por la desnaturalización de las proteínas, lo que produce en ellas la pérdida de su capacidad de imbibición del agua, y por tanto retener los jugos tisulares cuando se produce la licuación de los cristales de hielo, y de aquí que el exudado no quede retenido.

La desnaturalización de las proteínas constituye un cambio que se produce en las mismas y como consecuencia del cual se modifica su solubilidad en las soluciones salinas, con las cuales pueden ser extraídas para su análisis químico, y consecuencia de estos análisis es como se ha podido llegar al conocimiento del estado en que se encuentran.

Produce también una pérdida de la elasticidad de las fibras musculares y desaparece la facultad de retención del agua en las fracciones proteicas que más la poseen. Parece como si la concentración de iones metálicos que ocasiona la sucesiva concentración de sales minerales por cristalización sucesiva de las soluciones tisulares, fuera la causa íntima del proceso, al variar la carga eléctrica de las proteínas.

Todas estas variaciones cualitativas de las proteínas explican en cierta manera las diferencias bromatológicas que presenta el pescado congelado, tiene cierto grado de aspereza, es más duro, y por los fenómenos de exudación y no restitución de la solubilización de las sales minerales constitutivas concentradas, al faltar el poder de retención del agua, más insípido, en resumen, desposeído de aquellas características más destacadas del pescado: suavidad de su carne y sapidez de la misma.

Como ya hemos adelantado, la fracción proteica sobre la que más se produce la alteración es sobre la soluble en soluciones salinas, y DYER y colaboradores han encontrado una disminución del orden del 20 %, en las proteínas extractables con soluciones del cloruro sódico y carbonato monosódico, después de una semana de congelación a -18°C .

CORNELL, J. J., en estudios realizados en 1960 sobre el bacalao conservado a -14°C llega a la conclusión de que las proteínas extracelulares a partir de carne de pescado pueden dividirse, aproximadamente, en dos tipos según su solubilidad en soluciones 0,5 M, pero insolubles por debajo de 0,1, y las solubles en sal de 0 a 0,1 M. El primer grupo consiste principalmente en proteínas estructurales o de las miofibrillas, cuyo principal componente es la actomiosina. La actomiosina extraída del tejido muscular del pescado, se considera como un grupo complejo de proteínas formado por actina y miosina y que pueden separarse independientemente del tejido muscular. El segundo grupo de proteínas, que es el más soluble, está compuesto principalmente por enzimas del líquido sarcoplástico (o miógeno). La pérdida en la cantidad de actomiosina extractable, se asocia a la formación de una textura dura o correa y pérdida de la succulencia que ocurre en el pescado congelado, durante el almacenamiento. Esta consecuencia no es de extrañar si se tiene en cuenta que la actina y la miosina probablemente constituyen del 15 al 25 % y del 50 al 60 % respectivamente de las proteínas totales de la carne del pescado; juntas es probable que sean las causantes de la capacidad retentora de agua y de las propiedades de gelificación de la carne.

La desnaturalización de las proteínas también se ha demostrado influida por la rapidez de la congelación y descongelación, el paso de temperaturas por la fase llamada crítica, que es de los -2°C a los -6°C en la cual se produce el 85 % de la cristalización o licuación del agua de constitución, tiene gran influencia en relación con la cantidad de prótidos extractables, y en consecuencia sobre la calidad del pescado.

Al objeto de paliar o corregir este grave problema que entraña la congelación del pescado, se han intentado diferentes tratamientos coadyuvantes de un proceso de congelación convenientemente realizado. Estos han sido muy variados, los más experimentados han sido la inmersión en soluciones salinas de diferente composición, previa a la congelación o en el proceso de diferente composición, previa a la congelación o en el proceso de descongelación. Recientemente MILLEVILLE y LEINEN, en filetes de pescado han utilizado un procedimiento de congelación rápida, en placas, efectuando un previo salmuero en solución tampón de fosfatos, con ello consiguen una disminución de la exudación al máximo y unas características organolépticas poco diferentes de las del pescado fresco.

3.2. *La autooxidación de las grasas del pescado*

Durante todo el proceso de tratamiento congelador del pescado, se produce una autooxidación de las grasas, la cual es tanto mayor cuanto

mayor sea el contenido graso del pescado, por un lado, y por otro, dependiente del sistema de congelación y almacenaje frigorífico utilizado.

La composición química de las grasas del pescado, está fundamentalmente integrada por ésteres triglicéridos y ácidos grasos, y en menor proporción por ácidos grasos libres, esteroides, fosfolípidos, etc. Los ésteres triglicéricos de la grasa del pescado tienen la característica de poseer en mayor o menor proporción gran cantidad de ácidos grasos no saturados.

Debido a esta particular composición química se produciría la auto-oxidación, según FARMER y SUTTON (1943), por un proceso de reacción en cadena con la formación primero de un hidrosiperóxido, el cual por su inestabilidad reaccionaría con otra cadena etilénica, oxidándola; por lo que en presencia de oxígeno la reacción una vez comenzada continúa irremediablemente. No es paralizada tampoco íntegramente por las bajas temperaturas, así RAY (1938), ha demostrado que en el arenque, a los 100 días de conservación a -10°C presentaba un índice de peróxido de 25; a -20°C era de 10, y a -28°C . de 5.

Dado que el contenido graso de los pescados de aquellas especies que normalmente presentan mayor abundancia de éste viene influenciado por la época de mayor plenitud nutritiva de la especie, que precisamente es cuando alcanza su mayor valor comercial, será necesario que sea tenida en cuenta esta propiedad al fin de emplear el sistema más adecuado para su congelación y conservación.

La sal favorece e incrementa enormemente los procesos de auto-oxidación. HEEN y KARLSEN (1950), sobre el arenque pusieron de manifiesto la elevación del índice de peróxido que a las cuatro semanas de conservación a -18°C era de 1,1 para pescados congelados en placas, y se elevó a 8,8 en los congelados en salmuera de cloruro sódico.

La deshidratación de los tejidos que producen las corrientes de aire forzada, en los congeladores y frigoríficos que emplean este sistema, cuando no se protege el pescado adecuadamente, produce la rotura de las capas superficiales de los tegumentos y fibras musculares, permitiendo la entrada de oxígeno en las zonas en que ordinariamente se acumula más grasa corporal y ocasionando con ello la oxidación y enranciamiento de estas grasas.

Por todo ello en estos pescados se ha de vigilar con mayores cuidados la temperatura y grado higrométrico de las cámaras, toda vez que los fenómenos de oxidación no quedan paralizados a las temperaturas ordinariamente utilizadas en la conservación, y mientras en los pescados no grasos son suficientes temperaturas de -20°C para una conservación adecuada, en los grasos se hace preciso rebajar estas temperaturas hasta -30°C .

De acuerdo con estas causas podemos pasar a estudiar los medios propuestos para evitar en lo posible el proceso de oxidación. Nos limitaremos a exponer sólo aquellos métodos propuestos y avalados por buen número de experiencias de forma que pueden ser utilizados a nivel industrial, si bien hay que tener en cuenta el encarecimiento que estos tratamintos ocasionan por la manipulación requerida.

3.2.1. *Protección contra la autooxidación.*

Glaseado. El glaseado consiste en producir sobre la superficie del pescado una capa de hielo que recubriendo íntimamente toda la superficie, lo protege de la acción del oxígeno del aire. Se produce esta capa realizando sucesivas pulverizaciones o inmersiones, en agua dulce, del bloque, después de congelado, consiguiendo con ello dar mayor espesor a esta capa, toda vez que la misma va desapareciendo poco a poco por sublimación en la conservación en cámaras de aire o con insuficiente grado higrométrico, debiendo proceder a nuevos glaseados cuando el tiempo transcurrido lo ha eliminado. Para proteger estos glaseados, tanto de la sublimación como de los golpes que pueden recibir se hace embalar los paquetes así tratados.

Para aumentar la protección de este método se han adicionado al agua de glaseado sustancias que o bien aumentan su punto de fusión, impidiendo que la sublimación se produzca más fácilmente (adición de soluciones salinas débiles, alginatos, etc.) o sustancias que impiden o frenan los procesos de oxidación (antioxidantes).

En el terreno aplicativo industrial de estos medios protectores, que sin duda tienen un efecto beneficioso, ofrecen el inconveniente de encarecer los costos de todo el tratamiento industrial que se hace preciso utilizar sobre unas especies de un valor comercial relativo, pero que son ampliamente usados cuando éste lo permite.

Embalaje. La protección que debemos dar al pescado congelado a fin de protegerlo de las acciones oxidativas, deshidratantes y mecánicas de la manipulación, durante el proceso conservador, obligan al empleo de embalajes. Las directrices y posibilidades que la industria del embalaje ha proporcionado a la industria de los congelados en general son tan amplias y variadas, que aunque la última palabra no se haya dicho en esta cuestión, existen posibilidades para todos los productos y circunstancias.

La elección del tipo y características del embalaje habrá de ir orientado por tres directrices fundamentales: Impermeabilidad al agua, al aire y con suficiente consistencia para la protección contra golpes. Para conseguir las se precisan cuando menos dos o tres tipos de embalajes, en el mismo producto, según tamaño y tipo del mismo.

La envoltura que contacta con el producto debe ser de un tipo perfectamente adaptable a toda la superficie del mismo, cerrado lo más hermético posible, elástico, que no se altere por la acción de las bajas temperaturas y que no comunique olores ni sabores anormales al contenido. Para aumentar las características antioxidativas del aire puede producirse el vacío o la creación en su interior de una atmósfera de gas inerte.

La variedad y gama de elementos utilizados es amplísima: va desde el papel tratado, pasando por los plásticos (criovac, celofán, pliofilm, etc.) hasta los metálicos o metalizados (aluminio), con mezclas o soportes mixtos de estos elementos.

La envoltura protectora mecánica preferente es el cartón o la madera, por su indudable economía y la posibilidad de un solo uso.

Como resumen de todo lo expuesto sobre las alteraciones que la oxidación produce en el pescado, podemos deducir que el problema de la oxidación deja con mucho de estar resuelto, y lo que sí está en nuestras manos es la aplicación de medios paliativos que la reduzcan al mínimo, basados en la utilización de pescados muy frescos, congelados rápidamente, vigilando la concentración de sal que pueda absorber el pescado, aislarlo del oxígeno ambiente con un embalaje adecuado y conservarlo a temperaturas al menos de -30°C .

3.3. *Deshidratación*

La pérdida del agua de composición tisular del pescado, es, pudiéramos decir, una consecuencia del proceso de congelación. Primero por la cristalización de dicho agua en los tejidos orgánicos y después paulatinamente por la sublimación del hielo en las superficies de más baja temperatura de las cámaras de almacenamiento.

La intensidad de la misma viene condicionada, en primer lugar, por el sistema de congelación utilizado, incidiendo en este proceso por orden decreciente la congelación por aire, por salmuera y por contacto. En segundo lugar por las condiciones del almacenamiento, según el tipo de cámara utilizado y duración del mismo.

Las consecuencias de la deshidratación sobre el producto son la presentación de unas superficies ásperas, como escarchadas, quemadas en términos vulgares, y la desaparición de las cualidades organolépticas normales del producto, consecuencia de la desnaturalización de las proteínas solubles al perder las cualidades estructurales de las fibras musculares (DYER, 1951).

Es la alteración más corriente al proceso industrial empleado, y en consecuencia la que puede evitarse más fácilmente siguiendo un proceso de congelación adecuado, una protección correcta y una conservación idónea al producto.

Congelación del pescado a bordo: aspectos técnicos y biológicos

por JOSE ANTONIO MUÑOZ-DELGADO ORTIZ

Doctor en Farmacia, Técnico Bromatólogo, Jefe del Departamento de Aplicaciones del Frío a los Productos Perecederos y Secretario del Centro Experimental del Frío, del C. S. I. G.

INTRODUCCION

No se conoce a ciencia cierta cuándo se ensayó por primera vez la congelación de pescado a bordo. Sin embargo, es posible que se intentara ya en pesqueros británicos en el año 1890. Parece ser que la firma «Hewett» montó a bordo del «Major» una instalación frigorífica para la congelación de pescado a primeros de siglo y probablemente, EWING, en 1908, se refería a este barco cuando en su libro «The mechanical production of cold» comentaba: «Los pesqueros en ciertos casos están equipados con instalaciones frigoríficas y sumergen al pescado que capturan, cuando todavía está vivo, en una salmuera fría, en la cual se congela, volviéndose completamente sólido».

Fue, sin embargo, en 1911 cuando el danés OTTESEN, patentó el sistema de congelación en salmuera, aproximadamente tal como se efectúa hoy día, es decir, enfriando la salmuera por intermedio de serpentines con expansión directa del amoníaco, sistema que habría de tener considerable difusión a bordo de los pesqueros. Las firmas británicas «Hull» y «Grimsby» poseían ya en el año 1920 barcos para la congelación del halibut de Groenlandia, siendo buena la calidad del producto congelado. La técnica de congelación en salmuera a bordo de pesqueros se fue desarrollando y alcanzó popularidad en los años inmediatamente anteriores a 1939. Es sin embargo, en el año 1945, después de la Segunda Gran Guerra Mundial, cuando la congelación del pescado en el mar aparece como una técnica factible desde el punto de vista comercial.

A partir de este momento la congelación en salmuera de cloruro sódico se adoptó como una buena técnica a bordo de los atuneros «tuna-clipper» californianos, habiéndose extendido su uso, más tarde, a bordo de atuneros españoles, franceses y de algunos países del oeste africano. Asimismo, algunos sardineros franceses van equipados con este sistema de congelación a bordo.

El pesquero congelador, tal como hoy se concibe, puede decirse que nació en 1954, y a partir de ese momento muchos han sido los países que han iniciado el desarrollo de una flota congeladora de características apropiadas a las necesidades del país y en muchos casos a la demanda de los consumidores. La Unión Soviética, Polonia y la República Democrática Alemana han dado un gran impulso a su flota, siendo digna de resaltar la construcción de buques factoría y de barcos congeladores aptos para operar en aguas tropicales. El Japón no cesa de incrementar su flota, capacitándola de los medios necesarios para poder pescar en cualquier punto del mundo, siendo de todos conocida, por ejemplo, su presencia en aguas del Océano Atlántico. Los más importantes países europeos han construido últimamente gran número de barcos congeladores, mereciendo España un lugar preminente a este respecto, seguida de otros países tales como Noruega, la República Federal de Alemania, Francia, el Reino Unido, Italia, Grecia, etc.

Un buen porcentaje de los pesqueros congeladores puestos en servicio en los distintos países entre 1954 y 1960 estaban equipados para congelar solamente una parte de la captura. Las ventajas que tenía este proceder, eran la necesidad de una instalación frigorífica más reducida y que la productividad del viaje, no dependía, totalmente, del éxito de la venta del pescado congelado, ya que una parte de la captura se vendía al estado fresco.

Con los avances experimentados en los sistemas de congelación a bordo, las dimensiones del equipo frigorífico se han reducido considerablemente, no encontrándose justificada desde hace ya unos años, la práctica de congelación parcial de las capturas que puede decirse ha desaparecido.

Al igual que la evolución en el diseño, construcción y seguridad de las instalaciones frigoríficas condujo a un cambio en la forma de pensar en cuanto a la proporción a congelar de las capturas, la aparición del pesquero con sistema de arrastre por popa ha cambiado la construcción de pesqueros congeladores, ya que, al tener un entrepuente cubierto para el laboreo del pescado, se presta más a que se le adapte una instalación de congelación y al tener un mayor tamaño permiten una mejor distribución de la misma y una mayor mecanización del proceso de elaboración del pescado previo a su congelación.

Los buques factoría han representado, asimismo, un gran avance en las posibilidades de congelación de pescado, sobre todo en los países

de Europa Oriental. Los buques factoría se aprovisionan de materia prima mediante una flotilla de pesqueros, a los cuales sirven de base de operaciones, y tienen la enorme ventaja de que pueden permanecer mucho tiempo en los lugares de pesca. Tienen la desventaja de la gran inversión de capital que hay que efectuar y de la aparición de numerosos problemas económicos, tales como el abastecimiento de combustible, viveros, transbordo de las capturas y del pescado ya congelado, etcétera, y también de problemas sociales que pueden producirse como consecuencia de una permanencia muy prolongada de las tripulaciones en el mar.

La congelación del pescado a bordo es, quizás, el tratamiento frigorífico que más se ha desarrollado en España durante los cinco últimos años. La construcción de buques congeladores ha aumentado de manera espectacular (Tabla I), y el número de unidades de más de 250 T.R.B. ha pasado de 8 en 1961 a 97 a fines del año 1966, con un tonelaje de 64.893 T.R.B. y una capacidad de congelación de 1722 toneladas/día.

El número total de barcos congeladores comprendía 129 unidades a fines del año 1966, con un tonelaje de 70,921 T.R.B. y una capacidad de congelación de 1,977 toneladas/día, lo que se ha traducido en una producción de 133,000 toneladas de pescado congelado durante dicho año.

TABLA I (*)
BARCOS DE PESCA CONGELADORES DE MAS DE 250 T.R.B.

AÑOS	GRUPOS	En servicio (Acumulado)		Capacidad de congelación tm/día	Producción anual Miles de tm.
		Barcos	T.R.B.		
1961	500 T.R.B. . . .	5	4.087	120	—
	250-500 T.R.B. . . .	3	1.263	47	—
	Total. . . .	8	5.350	167	0,4
1962	500 T.R.B. . . .	8	5.756	180	—
	250-500 T.R.B. . . .	3	1.263	47	—
	Total. . . .	11	7.019	227	4,3
1963	500 T.R.B. . . .	12	10.814	290	—
	250-500 T.R.B. . . .	4	1.740	62	—
	Total. . . .	16	12.554	352	17,2

1964	500 T.R.B.	. . .	22	20.191	558	—
	250-500 T.R.B.	. . .	14	5.621	219	—
	Total.	. . .	36	25.812	777	36,2
1965	500 T.R.B.	. . .	37	36.811	972	—
	250-500 T.R.B.	. . .	17	6.704	274	—
	Total.	. . .	54	43.515	1.246	105
1966	250-500 T.R.B.	. . .	44	45.153	1.144	—
	500 T.R.B.	. . .	53	19.740	578	—
	Total.	. . .	97	64.893	1.722	133

(*) Publicación de la Subsecretaría de la Marina Mercante titulada "Flota de pesca española en el 31 de diciembre de 1966".

Sin embargo, estas cifras no reflejan la capacidad de la flota de congelación española, pues hay que añadir las correspondientes a los barcos frigoríficos, para el transporte del pescado congelado, y a los buques factoría.

A fines del año 1966, la flota pesquera española comprendía 20 transportes frigoríficos, con un tonelaje de 28.503 T.R.B. y una capacidad de bodegas de 35.009 m³, a temperaturas comprendidas entre — 20 y — 29°C, y un barco-factoría, el «Galicia», con un desplazamiento de 10.069 T.R.B., un volumen de bodegas de 8.363 m³ y una capacidad de congelación de 130 toneladas/día.

Del simple examen de estos datos destaca el esfuerzo realizado tanto por la iniciativa privada como por el Gobierno español, mediante concesión de créditos a los armadores, para conseguir que la flota congeladora española sea, según nuestras informaciones, la más importante de Europa.

Las previsiones efectuadas para el año 1970, en lo referente a la construcción de nuevos barcos congeladores, se pueden resumir así:

	T.R.B.
Barcos de más de 500 T.R.B.	25.000
Barcos de 250 a 500 T.R.B.	35.000
Total.	60.000

Se estima que la producción anual de pescado congelado correspondiente a estos nuevos barcos, alcanzará la cifra de 140.000 toneladas,

lo que significa, pues, una previsión para 1970 de un total de 300.000 toneladas.

CONGELACION A BORDO:

Sistemas de congelación

Son tres los métodos de congelación del pescado a bordo: por inmersión, en túnel y por contacto.

Conforme ya se ha apuntado anteriormente, la congelación por inmersión en salmuera de cloruro sódico ha sido el primero de los métodos utilizados y se ha aplicado fundamentalmente a la congelación de atunes y en menor proporción a la de sardinas.

La bodega de los atuneros está ocupada por una serie de tanques de acero vulgarmente denominado «cubas» de capacidad variable según el tonelaje del barco. Una de las posibles formas de operar es como sigue: En el momento de la pesca la primera cuba está llena de agua de mar que se enfría a una temperatura de 0°C . Cuando dicha cuba se llena de atunes y su temperatura se aproxima a 0°C , se evacua el agua de mar y se reemplaza por una salmuera, del 22 % de cloruro sódico, enfriada a una temperatura conveniente, donde se procede a su congelación. Finalizada ésta, la salmuera se evacua, a su vez, hacia otro tanque, con el fin de evitar una penetración excesiva de la sal en la carne del pescado. Dado que los atunes y sardinas congelados por este procedimiento se destinan en su mayoría a la industria conservera, la penetración de sal en la carne del pescado, en pequeña proporción, no representa un obstáculo para su industrialización en la forma anteriormente mencionada.

La congelación en túnel tiene la ventaja de ser un método de aplicación universal, es decir, utilizable para todas las especies de pescado. La mayoría de los buques factoría rusos y japoneses emplean este sistema, así como numerosos pesqueros congeladores españoles y de los más diversos países.

El pescado se pone en contacto con una corriente de aire frío, normalmente a una temperatura comprendida entre -40° y -45°C y que circula a una velocidad de 3 a 5 m/s, impulsado por uno o varios ventiladores de potencia apropiada. El producto a congelar se coloca sobre unas bandejas metálicas que asientan sobre unos soportes adecuados o sobre los propios serpentines por los que circula el fluido frigorígeno. En este último caso la congelación es más rápida al aumentar la transmisión del calor.

La congelación en túnel tiene la desventaja de que el espacio que se requiere para una capacidad es mayor que en los otros procedimientos de congelación, la mano de obra y el espacio necesarios para las operaciones de carga y descarga son bastante importantes y es necesario proceder con frecuencia al desescarche del frigorígeno.

En la congelación por contacto, como su nombre indica, el pescado está en íntimo contacto con unas placas metálicas, por cuyo interior circula el fluido frigorígeno. Los congeladores por contacto se dividen en dos clases según que la disposición de las placas sea horizontal o vertical.

Los congeladores horizontales han encontrado una mayor aplicación en la congelación de filetes de pescado. Dichos congeladores son muy difíciles de cargar cuando el tiempo reinante en el mar es malo y el barco tiene gran movimiento. La mayor desventaja, sin embargo, es que el producto debe cargarse en bandejas que son sometidas muchas veces a una manipulación a bordo no muy cuidadosa, lo que origina su deterioro, hecho que tiene como consecuencia la pérdida de contacto íntimo entre la bandeja y la placa refrigerante y por lo tanto, un aumento en el tiempo de congelación.

Los congeladores verticales pueden diseñarse para la congelación de pescado entero o en filetes, siendo lo más corriente el primer caso. El pescado se coloca entre las placas refrigerantes, cuya temperatura puede oscilar entre -35 y -45°C , siendo capaces de congelar bloques de 10 cm. de espesor, a una temperatura de -20°C en su centro, en un tiempo de tres horas e inclusive menos. El tamaño del bloque de pescado en este caso es de $1.070 \times 534 \times 101$ mm. y su peso de 45 Kg. aproximadamente.

La capacidad de producción del congelador depende del número de estaciones, espacios entre placas, y del refrigerante empleado.

Existen diversos modelos de este tipo de congeladores por lo que respecta a la dirección en que descargan el bloque de pescado. Si bien todos se suelen cargar por la parte superior, hay tipos que descargan el bloque lateralmente, por la parte superior o por la parte inferior. El primero de ellos tienen la ventaja de que la penetración de la cubierta del barco bajo el congelador se reduce al mínimo; el segundo modelo es muy adecuado para el caso de congelación de filetes y el tercer tipo tiene la posibilidad, al descargar por la parte inferior, de que el bloque de pescado puede pasar directamente a la bodega de conservación, situada inmediatamente debajo, a través de una abertura que se efectúe en el techo de la misma. La utilización de un tipo u otro depende de las condiciones en las que se deba de trabajar. Las placas de los congeladores tanto verticales como horizontales pueden ser desplazadas por un sistema hidráulico de forma que lleguen a ejercer una ligera presión sobre el bloque a congelar, con lo que el contacto es óptimo y por lo tanto la transmisión de calor es máximo.

Las principales ventajas de las instalaciones que emplean este tipo de congeladores son las siguientes: no hace falta utilizar bandejas; la congelación es muy rápida; el sistema de desescarche es sencillo y rápido; ocupan un espacio mínimo; pueden cargarse y descargarse

de diferentes formas acomodándose muy bien, por lo tanto, a las distintas maneras en que se puede hacer llegar el pescado hasta ellos y a la forma de almacenarlo en las bodegas; el trabajo de carga y descarga se reduce al mínimo; la densidad de carga en las bodegas es mayor al estibarse bloques de pescado homogéneos. Tienen la desventaja de que la separación entre placas es limitada y no se pueden congelar piezas de grosor superior a dicha distancia, 3 a 4 pulgadas (75 a 100 mm) por lo general.

Refrigerantes utilizados

Si se estudian los refrigerantes utilizados en las instalaciones frigoríficas de los pesqueros congeladores o buques factoría de los distintos países, se observa, por ejemplo, que la Unión Soviética, el Japón, Grecia e Italia han preferido casi siempre el amoníaco. Los Estados Unidos lo han utilizado igualmente para sus atuneros congeladores. Otros países utilizan el refrigerante 12 (diclorodifluorometano) y el refrigerante 22 (monoclorodifluorometano).

Desde el punto de vista termodinámico el amoníaco es el fluido frigorígeno más interesante y tiene además la ventaja de su bajo precio y facilidad de detección de fugas. Como contrapartida, tiene las desventajas de ser tóxico, irritante en caso de fugas, explosivo y corrosivo para los materiales no férreos.

Los otros dos fluidos frigorígenos halogenados tienen la gran ventaja de una mayor seguridad a bordo.

La principal ventaja del refrigerante 22, es que tiene un rendimiento frigorífico casi equivalente al amoníaco y mayores presiones a las temperaturas de congelación rápida, lo que permite la utilización, con estos fines, de compresores más pequeños, hecho que evidentemente origina un ahorro de espacio, punto de la mayor importancia en las instalaciones frigoríficas a bordo de pesqueros.

El refrigerante 12 se ha utilizado también, debido a que la necesidad de compresores de mayor tamaño puede compensarse con el precio de las cargas del fluido, mucho más baratas que en el caso del refrigerante 22.

Asimismo, el refrigerante 12 no presenta las dificultades que a veces surgen con la utilización del refrigerante 22, en lo que se refiere a la miscibilidad con los aceites incongelables, de uso común en las instalaciones frigoríficas.

Los tres fluidos anteriormente mencionados, a los que se denomina refrigerantes primarios, pueden utilizarse para la producción de frío, mediante su expansión directa en los evaporadores de los elementos congeladores y en los situados en las bodegas destinadas a la conservación de pescado congelado; en los de los elementos congeladores y en el evaporador inmerso en un tanque de salmuera incongelable, para pro-

ducir el enfriamiento de ésta, o solamente en el evaporador inmerso en el tanque de salmuera.

En los dos últimos casos, la salmuera enfriada se bombea hacia los serpentines sitos en las bodegas o hacia éstos y hacia los situados en los elementos congeladores, repectivamente.

A la almuera enfriada se le denomina refrigerante secundario. La salmuera más comunmente utilizada con este fin, es la de cloruro cálcico, si bien últimamente, sobre todo en Gran Bretaña, se ha empezado a hacer uso del tricloro-etileno, de más bajo punto de congelación, debido a la tendencia a utilizar temperaturas de conservación del pescado a bordo, cada vez más bajas.

La principal ventaja de la utilización de un refrigerante secundario es que el circuito del refrigerante primario es más sencillo, el tamaño del compresor puede ser más pequeño y la carga de fluido frigorígeno primario es más pequeña también, lo que supone una economía.

A la vista de estos hechos, y teniendo en cuenta la diferencia existente entre las temperaturas necesarias para congelar, — 35 a — 45°C, y para conservar el pescado una vez congelado, — 29 ó 30°C, la utilización a bordo de un sistema de refrigeración por expansión directa de un refrigerante primario en los elementos congeladores y de un refrigerante secundario para enfriamiento de las bodegas de conservación parece ser una solución bastante satisfactoria entre las diversas existentes.

Evolución en la flota congeladora española

De un estudio efectuado por nosotros, en 1966, con la colaboración de la Federación Española Sindical de Armadores de Buques de Pesca y de las casas constructoras y armadoras, para conocer las características técnicas de las instalaciones frigoríficas montadas a bordo de los buques congeladores españoles, que ha abarcado a 125 unidades, se pudo deducir que los primeros barcos que se construyeron fueron atuneros con red de cerco, que procedían a la congelación en cubas de salmuera. Posteriormente se inició la transformación de arrastreros por el costado, de tipo convencional, en buques congeladores.

En los últimos años se tiende a la construcción de arrastreros por popa.

Por lo que se refiere a los sistemas de congelación a bordo, domina de forma clara, el túnel, si bien el número de unidades que disponen de congeladores de placas horizontales o verticales, representa un porcentaje digno de tenerse en cuenta.

TABLA II

Tipo de barco						Total de cada clase	
ATC	2	2	4	5	2	15	
M	2		4	3	3	15	
AC	3	8	2	16	23	52	
AP		4	6	7	25	42	
BF		1	1	1	1	4	
Construcción anual	2	5	15	17	32	54	125

		1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	TOTAL GENERAL
ATC	Atuneros con red de cerco.											
M	Marisqueros.											
AC	Arrastreros por el costado.											
AP	Arrastreros por popa.											
BF	Buques factoría.											

En este último caso, en algunos pesqueros existen, también a bordo, túneles de congelación para tener una mayor flexibilidad y poder congelar diversas especies de pescado y dentro de un misma especie, piezas de distintos grosores.

En cuanto a los refrigerantes, se utilizan el amoníaco, el refrigerante 12 y el refrigerante 22 en expansión directa, si bien con miras a disminuir el riesgo de fugas en fluidos relativamente caros como el refrigerante 12 y el refrigerante 22, y con miras asimismo, a reducir el tamaño de los circuitos del refrigerante primario, se han introducido en el sistema de refrigeración los refrigerantes secundarios, la salmuera de cloruro cálcico, fundamentalmente, y últimamente, el tricloroetileno.

CONSERVACION DEL PESCADO A BORDO

Temperatura de conservación a bordo, del pescado

Una vez congelado el pescado debe de procederse a su almacenamiento en las bodegas hasta su llegada a puerto. Las últimas investi-

gaciones llevadas a cabo sobre los factores que pueden influir en la calidad del pescado congelado y a las que se aludirá posteriormente han llevado a la conclusión de que es necesario recomendar una temperatura de conservación de -29 ó -30°C .

TABLA III

Métodos de congelación a bordo						Total de cada clase	Tanto por ciento
C	2					16	12,8
C+CH						1	0,8
C+T						2	1,6
C+T+CH						1	0,8
CH						14	11,2
CV						9	7,2
T	5	11	6	12	38	72	57,6
T+CV						44	3,2
T+CH	2	1	2	1		6	4,8
Construcción anual	22	5	15	17	32	54	100

	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	TOTAL GENERAL
C	Cubas de salmuera.										
C + CH	Cubas de salmuera y congeladores de placas horizontales.										
C + T	Cubas de salmuera y túnel.										
C + T + H	Cubas de salmuera y túnel y congeladores de placas horizontales.										
CH	Congeladores de placas horizontales.										
CV	Congeladores de placas verticales.										
T	Túnel.										
T + CV	Túnel y congeladores de placas verticales.										
T + CH	Túnel y congeladores de placas horizontales.										

Para mantener esta temperatura es fundamental no sólo suministrar a las bodegas el frío necesario, sino evitar por completo las entradas de calor procediéndose a un aislamiento adecuado.

Factores que afectan la calidad del pescado congelado a bordo.

Hay una serie de factores independientes de la instalación frigorífica que influyen de manera considerable en la calidad del pescado congelado a bordo. Merecen citarse entre ellos la especie de pescado, su tamaño, su alimentación, la manipulación y las operaciones previas a la congelación, descabezado, eviscerado y lavado fundamentalmente, así como el estado fisiológico.

TABLA IV

Clase de refrigerante						Total de cada clase	Tanto por ciento
A A		5		4	7	16	13,8
A+SCS	2	2	4	6	4	18	14,4
A+—SCS			1	7	5	13	10,4
R 12		2		4	4	10	8
R 12+SCS					1	1	0,8
R 12+SCS			1			1	0,8
R 22		3	2		6	17	28
R 22+SCS					1	1	0,6
R 22+SCS			6	7	4	18	35
R 22+T					2	2	1,6
Construcción anual	2	5	15	17	32	54	125
							100

1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 TOTAL
GENERAL

A = Amoníaco.

A + SCS = Amoníaco y salmuera de cloruro sódico.

A + SCC = Amoníaco y salmuera de cloruro cálcico.

R 22 = Refrigerante 22.

R 22 + SCS = Refrigerante 22 y salmuera de cloruro sódico.

R 22 + SCC = Refrigerante 22 y R 12 = Refrigerante 12.

R 12 + SCS = Refrigerante 12 y salmuera de cloruro sódico

R 12 + SCC = Refrigerante 12 y salmuera de cloruro cálcico.

R 22 + T = Refrigerante 22 y tricloroetileno.

Este último punto es bastante importante. Siempre que se pueda es conveniente congelar el pescado con anterioridad a la aparición del «rigor mortis», circunstancia muy a tener en cuenta en las capturas efectuadas en aguas tropicales donde, con temperaturas de 20 y 25°C, tiene lugar en muy breve espacio de tiempo. En el caso de que no sea posible congelar antes del «rigor mortis», parece conveniente no proceder a la congelación hasta después del mismo. Experiencias rusas y británicas han mostrado que el proceso del «rigor mortis», puede completarse, sin daño, durante la conservación del pescado congelado, tardando dos meses, aproximadamente, a — 29°C.

Asimismo, experiencias británicas muestran que, cuando el músculo se congela antes de la aparición de la rigidez cadavérica, el exudado durante la descongelación puede aumentar y los filetes preparados a partir de estos pescados, no se prestan bien al ahumado.

Recientes investigaciones efectuadas con bacalao en la «Torry Research Station» de Aberdeen, han demostrado que en el tejido muscular del pescado vivo o del pescado recién muerto, el agua y las proteínas están mucho más ligadas que en el estado posterior a la rigidez cadavérica, y en la congelación efectuada antes de la aparición del «rigor mortis» siempre se forman cristales de hielo intracelulares, lo que repercute de forma sensible en la calidad del pescado una vez descongelado, así como en la cuantía de la exudación.

Otros factores que influyen en la calidad del pescado congelado son la velocidad de la congelación y la constancia de la temperatura de conservación del producto, una vez congelado.

La velocidad de congelación tiene gran efecto sobre el tamaño y la distribución de los cristales de hielo.

Según las experiencias efectuadas por LOVE en Gran Bretaña, si un filete de bacalao se congela en oxígeno líquido, de forma que el tiempo de congelación sea de un minuto, el hielo está formado por miles de minúsculos microcristales, en el interior de cada célula.

Si se congela en nieve carbónica, los cristales de hielo son igualmente intracelulares pero de mayor tamaño. Si se congela menos rápidamente, de forma que el tiempo que tarda la temperatura del centro del filete en pasar de 0° a — 5°C, zona de temperatura en que se produce la máxima cristalización del agua, es de 25 minutos, se forman solamente cuatro o cinco cristales alargados en el interior de la célula. Estos cristales se sitúan muy próximos a la membrana celular, existiendo muy poca materia orgánica entre ellos y dicha membrana, y originándose unos puntos de debilidad por los que la membrana se rompe cuando se expande el contenido celular, debido al hecho de que el hielo formado tiene un mayor volumen que la misma cantidad de agua.

Si se congela todavía menos rápidamente, en valor relativo, por ejemplo, en una corriente de aire frío a -30°C , temperatura que se aplica en la industria, en la congelación de filetes de pescado se forman solamente dos cristales de hielo, o tal vez alguno más, que toman la forma de largas columnas que se extienden a lo largo del interior de la célula sin rotura de su membrana, siendo el tiempo de congelación de 40 minutos aproximadamente.

¿Qué ocurre si se congela más lentamente? Si el tiempo de congelación es de 70 minutos se forma solamente un cristal de hielo, que en forma igualmente de columna se extiende a lo largo de la célula y no hay rotura celular. Ahora bien, cuando el tiempo de congelación es de 85 minutos se forma igualmente un sólo cristal en el interior de la célula, pero de mayor tamaño, lo que origina la rotura de la membrana celular. Si se congela más lentamente todavía, con un tiempo de congelación de 90 minutos, sucede que las células no se rompen porque los cristales de hielo se forman en los espacios extracelulares. En el caso en que los cristales se formen extracelularmente, al igual que cuando lo hacen intracelularmente, se produce una concentración de sales minerales que, por un proceso osmótico, originan la difusión del agua de la célula a través de su membrana que tiende a diluir la sal concentrada al exterior. Al salir este agua de la célula, se congela, creciendo el hielo extracelular, a costa de la misma. En estas condiciones no se forma hielo dentro de las células, pero sí una deshidratación de las mismas. Si la congelación es más lenta, con un tiempo de congelación de 500 minutos, se produce un daño considerable en las células, porque los cristales de hielo extracelulares son mayores y más irregulares en forma, y las células fuertemente deshidratadas se doblan de forma que las paredes celulares se rompen. A velocidades de congelación inferiores, de 1.000 minutos, por ejemplo, la rotura celular disminuye, curiosamente, hecho que parece deberse a que las células cada vez más deshidratadas se aglomeran de forma que las células del interior del glomérulo están protegidas de la acción del hielo por las células que se rodean.

De todo lo anteriormente expuesto, puede resumirse que, en el caso del músculo del bacalao a que se refieren los datos reseñados, si el paso de la temperatura de 0° a -5°C en el centro del filete, tiene lugar en menos de 80 minutos, la formación del hielo es intracelular; de otra forma, se produce fuera de las células.

Por lo que se refiere a la rotura de las células, ésta se origina cuando las velocidades de congelación corresponden a 25, 85 y 500 minutos, representando la velocidad intermedia la de 85 minutos, aquella en que el hielo pasa de ser intracelular a extracelular.

Estos hechos hacen cambiar la idea que se tenía hasta hace poco, de que una congelación rápida no producía rotura celular, mientras que la congelación lenta siempre la originaba.

Los cristales de hielo tienen tendencia a aumentar de tamaño durante la conservación del pescado al estado congelado. A este proceso se le conoce con el nombre de recristalización y se agudiza cuando existen fluctuaciones de temperatura durante la conservación, hecho que origina que existan diferencias de temperatura entre distintas zonas del producto. Esto tiene como consecuencia el que se produzcan diferencias en la presión de vapor, y que se origine el crecimiento de los cristales de hielo en el área de menor temperatura (de menor presión de vapor) a costa de los cristales sitos en áreas de temperaturas más elevadas (de mayor presión de vapor).

Por otra parte, los cristales de hielo más pequeños, a causa de su menor masa, desaparecen en las áreas de mayor temperatura, de mayor presión de vapor, antes que los más grandes, pasando a engrosar la masa de éstos, con lo que los cristales grandes crecen a expensas de los pequeños.

De lo anteriormente expuesto, se deduce la importancia de mantener una temperatura lo más constante posible, durante la conservación del pescado congelado.

La consecuencia más importante de la formación de hielo en el tejido muscular, es que las sales tisulares adquieren una gran concentración en la porción de agua no congelada y pueden alterar las proteínas desnaturalizándolos de forma irreversible, incluso a bajas temperaturas, hecho que tiene como consecuencia que el pescado pueda resecarse y endurecerse.

Una de las formas de medir la desnaturalización de las proteínas del pescado durante su congelación y conservación posterior al estado congelado, es determinando su solubilidad en una solución de cloruro sódico al 5 %. Haciendo uso de esta técnica, se ha podido comprobar una disminución de la solubilidad de las proteínas miofibrilares del pescado en el transcurso de la conservación al estado congelado, siendo tanto menor la pérdida de solubilidad, cuanto más baja es la temperatura de conservación.

Otro método más rápido para determinar la desnaturalización de las proteínas, está basado en la resistencia a la dislaceración de las fibras musculares, en una solución de formol al 1,2 %. Las células del músculo del pescado fresco, se dislaceran fácilmente y forman una solución opalescente, mientras que las del pescado congelado, se dislaceran más o menos fácilmente, según el grado de desnaturalización de las proteínas, formando soluciones más o menos traslúcidas. La opacidad del homogeneizado puede medirse con un colorímetro ordinario y se

ha comprobado que disminuye con el tiempo de almacenamiento del pescado al estado congelado.

La desnaturalización de las proteínas, consiste en un desarreglo en la forma en que las cadenas de polipéptidos se encuentran acopladas en las mismas. Se supone que la concentración que se produce de sales minerales en la proporción de agua no congelada, durante el proceso de congelación del pescado, puede producir una alteración en los enlaces hidrofóbicos, iónicos y de hidrógeno de las proteínas, no teniendo conocimiento, hasta el momento, de la extensión y mecanismo de tales alteraciones. La desnaturalización de las proteínas lleva consigo, asimismo, una pérdida de la capacidad de retención del agua de las mismas. Conviene, no obstante, resaltar que este fenómeno no origina pérdidas en el valor nutritivo de las proteínas, por lo que no tiene repercusión en cuanto al valor del pescado congelado como base de alimentación protéica.

La alteración más importante que puede producirse durante la conservación del pescado congelado, junto con la desnaturalización de las proteínas, es el enranciamiento de la grasa, así como la hidrólisis de la misma. La oxidación de las grasas, más estudiada que su hidrólisis, se debe a la acción del oxígeno del aire y es la causante de los sabores extraños que a veces se encuentran en el pescado congelado si no se toman precauciones para evitarla. Con tal fin, y dado que la oxidación de la grasa es una reacción química, debe de conservarse el pescado a temperaturas suficientemente bajas para disminuir la velocidad de la reacción. Ya se ha indicado que temperaturas del orden de -29° a -30° son las más convenientes a este respecto.

Un efecto muy beneficioso también para evitar la oxidación del pescado, consiste en el glaseado del mismo, operación basada en la aspersión de agua dulce sobre el pescado o en la inmersión del mismo en agua. De esta forma se crea una película de hielo sobre la superficie del pescado, poco permeable al oxígeno, que protege a las grasas evitando su enranciamiento. El glaseado evita, asimismo, la deshidratación del pescado.

Otro método para evitar el enranciamiento en los pescados grasos, sobre todo, es su embalaje en el interior de envases o películas plásticas de baja o nula permeabilidad al oxígeno, con anterioridad a su congelación. Cuando las características del pescado o la forma de su presentación en el mercado lo permiten, puede hacerse también el envasado al vacío.

De todo lo expuesto se deduce, por una parte, que la flota congeladora española, ha experimentado un auge en los últimos tres años, que puede decirse no tiene igual en los otros países europeos, estando equipados los pesqueros españoles con los más modernos sistemas de congelación y de conservación del pescado a bordo de los mismos. Por

otra parte, se deduce también, de este estudio, que para el mantenimiento de la calidad del pescado congelado en el transcurso del tiempo, es necesario que se congele a una velocidad adecuada y que su temperatura, una vez congelado, no sufra fluctuaciones. No se conseguirán buenos resultados, por lo tanto, si no se dispone de almacenes frigoríficos portuarios con capacidad de almacenamiento suficiente, para conservar las capturas a una temperatura apropiada; de medios de transporte frigorífico en los cuales la temperatura del pescado congelado no sufra elevaciones perjudiciales; de almacenes frigoríficos con cámaras de conservación a temperatura apropiada en los centros de consumo y si el reparto y la venta en los establecimientos de detallistas no se hace en la forma conveniente.

Estos dos últimos eslabones de la cadena del frío, son los que presentan en nuestro país, mayores dificultades, pero gracias a las medidas que se están adoptando tendrán una rápida solución y permitirán que el pescado congelado a bordo, producto de gran valor nutritivo como fuente de proteínas, llegue hasta el último rincón de España en condiciones de calidad óptima.

BIBLIOGRAFIA

- BANKS, A. y EDDIE, G. C.: Bull. I. I. F., Annexe 1958-2, 85-93.
- BENDALL, J. R.: «The structure and composition of muscle». Recent Advances in food science. Butterworths, London, Vol. 1, 58-67.
- BORGSTROM, G.: «Fish as food», Vol. I, Academic Press, London, 1961.
- BRADY, P.: Pêche Marit., 1047, 1965, 408-412.
- BRAVERMAN, J. B. S.: «Introduction to the biochemistry of foods». Elsevier, Pub. Co., London, 1963.
- BURGESS, G. H. O.: «Developments in handling and processing fish». Fishong News Ltd., London, 1965.
- CONNELL, J. J.: «Fish muscle proteins». Recent advances in food science. Butterworths, London, Vol. 1, 136-146.
- CHIGUSA, S., DOKE, C., KANA SASHI y TAKAGI, A.: Pêche Marit., 1047, 1965, 451-454.
- EDDIE, G. C.: «The preservation of fish at sea». Recent advances in food science. Butterworths, London. Vol. 2, 1962, 170-184.
- EDDIE, G. C.: World Fishing, febrero, 1954, 2, 81.
- EDDIE, G. C.: Frozen Foods, septiembre 1961, 646-650, 660.
- EDDIE, G. C.: Pêche Marit., 1047, 1965, 379-407.
- FENNEMA, O. y POWRIE, W. D.: «Fundamentals of low temperature food preservation» Advances in Food Research, Vol. 13, 219-330, 1964.
- GALLEGO, A.: «Evolución de los equipos frigoríficos a bordo de pesqueros congeladores españoles». V Asamb. Gen. Centro Exp. Frío, Madrid, marzo 1966.
- GIANESI, G.: Bull. I. I. F., Annexe 1965-5, 155-163.
- JACKSTONE FROSTER LTD.: Die Kälte, mayo 1963, 214-215.
- JOLY, M.: «A physico-chemical approach to the denaturation of proteins». Academic Press, London, 1965.
- KYBIRD, J. A. C.: Pêche Marit., 1047, 1965, 455-461.

- LAMBOTIN, J.: Bull. I. I. F., Annexe, 1965-5, 205-209.
- LIPOWICZ, R.: Bull. I. I. F., Annexe, 1965-5, 201-204.
- LOVE, R. M.: «The effect of freezing on fish muscle». Recent advances in food science. Butterworths, London, Vol. 1, 1961, 147-150.
- LOVE, R. M.: «The freezing of animal tissue». Cryobiology. Academic Press, London, 1966, 318-405.
- O. E. C. E.: «Le poisson congelé». Projet n.º 325, 1956.
- OGAWA, Y.: Bull. I. I. F., Annexe 1965-5, 165-175.
- PEARSON, S. F.: World Fishing, enero 1962, 11, 49-50.
- PEARSON, S. F.: Bull. I. I. F., Annexe 1965-5, 143-153.
- RAMÓN VIZCAÍNO, S. A.: «El desarrollo de la flota pesquera española y Ramón Vizcaíno, S.A.» San Sebastián, agosto 1965.
- RANKEN, M. B. F.: Mod. Refring., mayo 1963, 445-452.
- RANKEN, M. B. F.: Proceed. XIth Intern. Congress Refrig., Vol. III, 1723-1779.
- RANKEN, M. B. F.: Bull. I. I. F., Annexe 1961-3, 461-473.
- RANKEN, M. B. F.: Pêche Marit., 1047, 1965, 413-420.
- SOUDAN, F.: ANQUEZ, M. y BÉNÉZIT, A.: «La conservation par le froid des poisson, crustacés et mollusques». J. B. Baillière et Fils, París, 1965.
- STROHRMANN, E.: Die Kälte, mayo 1963, 211-213.
- SUBSECRETARÍA DE LA MARINA MERCANTES Dirección General de Pesca Marítica. «Flota pesquera española en 31 de diciembre de 1965», Madrid, 1966.
- ZAITSEV, V. P. y PAVLOV, E. C.: Bull. I. I. F., Annexe 1958-2, 79-84.
- ZAITSEV, V. P.: «Preservation of fish products by refrigeration». Israel Program for Scientific Translations. Jerusalén, 1965.

Radiaciones ionizantes y frío en la conservación de alimentos

por A. SIMON PALACIOS

Dr. en Veterinaria. Jefe de la Inspección Veterinaria de la Aduana del Aeropuerto de Madrid

Considerando, según datos publicados por la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas que la población mundial se cifra en unos 3.000 millones de habitantes, presumiendo, asimismo, que en función del actual ritmo de crecimiento aquélla alcanzará en el año 2000 los 7.000 millones y, estando plenamente demostrado que aproximadamente la mitad de los seres humanos padecen hambre por ser su dieta inadecuada, cualitativa y cuantitativamente, es lógico pensar en el enorme problema planteado y cuya solución no puede ser otra que, aprovechando al máximo los recursos tecnológicos, se aumente proporcionalmente la producción de alimentos y, lo que es muy importante, una vez logrado, hallar los métodos adecuados para su conservación, faceta esta última de gran interés por las obvias razones que obligan a ello y por la complejidad que supone en sus aspectos generales y específicos.

Sabemos que, aunque cada producto presenta una serie de problemas particulares para lograr su adecuada conservación, podemos establecer una serie de conclusiones generales con aplicación general para este fin:

- Evitar que los microorganismos alteren el alimento y lo empleen como fuente para la producción de su energía.
- Detener la respiración de los productos vegetales.
- Controlar los procesos químicos que se realizan en los tejidos animales y vegetales.

- Evitar los daños originados por los insectos parásitos, especialmente en granos y semillas.
- Disminuir al máximo los daños mecánicos que se producen durante la recolección, transporte y almacenamiento de los alimentos.

Los métodos tradicionalmente empleados para conseguir el programa expuesto tales como, el envasado, pasteurización, refrigeración, congelación, deshidratación, fermentaciones, adición de productos químicos, otras acciones físicas, etc., son sólo aceptables de forma relativa, dado que, no pueden ser aplicados para todos los productos, han de actuar con frecuencia conjuntamente, aparte de que, algunos de los procesos señalados destruyen elementos de gran interés o modifican negativamente las características organolépticas de los alimentos sometidos a su acción.

Esta es una de las razones por la cual el hombre haya ensanchado, en este aspecto, el campo de sus investigaciones, aprovechando los avances conseguidos y las posibilidades que le brinda el empleo pacífico de la energía nuclear.

Dado el carácter de divulgación pretendido para el presente trabajo, consideramos oportuno iniciarlo, siguiendo la reciente publicación de la Comisión Interministerial nombrada al efecto, con una exposición, aun cuando sea forzosamente limitada, sobre el estado actual en el mundo respecto a la conservación de alimentos por irradiación, puntualizando, a su vez, que no existe todavía un preciso conocimiento si en el futuro podrá este nuevo método reemplazar de forma absoluta a los tradicionales o, lo que es más lógico presumir, si se adoptará la irradiación como un proceso suplementario donde sus únicas funciones serán aquellas que traten de completar las necesidades no satisfechas por otros métodos de conservación.

La idea de la posible aplicación de las radiaciones ionizantes a la destrucción de microorganismos, data ya del año 1904 cuando PRESCOTT observó el efecto letal de los rayos gamma del sodio sobre bacterias, hongos y levaduras. No obstante, es en 1954 cuando por imperativos militares se inicia en el Cuerpo de Intendencia del Ejército de los Estados Unidos un amplio programa de investigación orientado hacia la esterilización de alimentos, aprovechando esta nueva fuente de la energía.

Independientemente, científicos de diversos países, especialmente de Estados Unidos., Inglaterra, Rusia, Francia y Canadá, incrementaron los conocimientos básicos sobre los que hoy día se apoya esta nueva ciencia de la alimentación, hasta llegar a la comercialización actual por la industria privada de algunos alimentos y a toda una serie de amplias realizaciones, fruto de la intensa investigación desplegada. En

efecto, aparte del programa dicho e iniciado por el Ejército de los Estados Unidos, ya en 1950 la Comisión de Energía Atómica de este país incluía en sus planes de investigación el tema de la irradiación de alimentos, siendo secundado entre 1950 a 1958 por Francia e Inglaterra principalmente.

Pero es en 1958 con motivo de celebrarse en Ginebra la «Segunda Conferencia Internacional sobre la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos», y al comunicar representantes rusos la autorización en su país del consumo de patatas irradiadas, cuando las naciones interesadas en estos problemas deciden intensificar al máximo sus investigaciones.

Damos a continuación un resumen de las reuniones celebradas en el Simposio Internacional sobre irradiación de alimentos celebrado en Karlsruhe en 1966, organizado por la F. A. O. y la O. I. E. A. y recogidas en diversas publicaciones:

- Se halla ya iniciada la comercialización de algunos productos irradiados en Rusia y Canadá como, asimismo, está próxima en otros: Estados Unidos, Inglaterra, Francia, Israel, etc.
- Se tiene prevista una amplia difusión en Rusia de alimentos irradiados para el consumo, si bien, los aprobados se encuentran sometidos a una distribución limitada con el fin de valorar más objetivamente su aceptación pública.
- Organizaciones internacionales —F.A.O., O.I.E.A., O.M.S.— tratan de establecer una reglamentación adecuada, general y específica, que facilitaría el mercado de estos alimentos entre los diferentes países.
- Se acepta, en términos generales, la importancia de este nuevo método de conservación, especialmente para los países en desarrollo donde la dieta no es adecuada.
- Los criterios seguidos para fijar las posibilidades de irradiación son los siguientes:
 - Estudios sobre las ventajas del nuevo método sobre los tradicionales.
 - Comparación con otros sistemas competitivos de preservación.
 - Volumen potencial del producto a irradiar.
 - Localización del material a tratar y situación de las unidades de irradiación.
 - Estudio del incremento del tiempo útil de almacenamiento en cuanto a posibilidades de comercialización.
 - Estudios sobre aceptabilidad de alimentos irradiados, precisando las alteraciones en su aspecto externo, propiedades físicas, valor nutritivo y cambios en el color y sabor.

Por lo que respecta a España, podemos decir que, la preocupación de la Junta de Energía Nuclear ha hecho posible que nuestro país se encuentre actualmente en una fase avanzada en este campo.

Como resumen esquemático de la situación indicamos la puesta en marcha de un interesante programa de investigación referido a patatas, cebollas, fresas, limones, naranjas y trigo, realizando para cada uno de estos productos estudios económicos y tecnológicos e investigaciones químicas y biológicas, y la cooperación, al mismo tiempo, en el Proyecto Internacional Seibersdorf sobre la estabilidad frente a la irradiación de los compuestos volátiles de los zumos de frutas. Esto, aparte de la posibilidad de iniciar en su momento otros trabajos aplicativos sobre alimentos de origen animal, especialmente en carnes y pescados, al igual que sucede en otros países.

Ratifica esta línea de vanguardia el hecho de la creación por acuerdo de Consejo de Ministros de 1965, de una Comisión Interministerial a la cual se le ha dado rango de Organismo Colegiado estable, y cuya finalidad es «colaborar, conocer, estudiar y proponer, las diversas medidas relacionadas con el desarrollo de la investigación y promoción de la conservación de alimentos por irradiación, así como sus aplicaciones industriales», llegando finalmente a la comunicación del Ministerio de Industria en la cual se anuncia la necesidad de implantar en territorio nacional instalaciones radioactivas para el fin que nos ocupa y a otra posterior, del Ministerio de Gobernación, donde se regula el trámite de aprobación de la conservación de alimentos destinados al consumo humano.

Dada la imposibilidad de condensar en esta colaboración los diferentes matices específicos que se derivan de este nuevo método, vamos a referirnos a aquellos puntos más concretos y, finalmente, a los relacionados con el título de trabajo.

Hasta el momento presente se han estudiado los efectos de la radiación en más de cien alimentos y en unos 37 países, abarcando su aplicación práctica los siguientes campos:

- Inhibición de brotes en raíces y tubérculos comestibles.
- Radicación, término aplicado a la destrucción de parásitos.
- Radurización o radiopreservación en frío para prolongar la duración de los alimentos.
- Radapertización o esterilización de los mismos.

Las fuentes más utilizadas son el Co^{60} , Ce^{137} el Na^{24} , reactores nucleares, aceleradores lineales, «bocles» de irradiación, combustibles de reactores, etc., condicionándose su empleo al fin deseado y por factores económicos y existiendo instalaciones fijas y móviles.

Igualmente hemos de señalar, siguiendo otras publicaciones, que la dosis que ha de recibir un alimento queda supeditada por estos factores:

Fin perseguido y sensibilidad del germen.

Tiempo de conservación del alimento que se estima útil.

Radiosensibilidad del alimento.

Estudio económico del proceso.

Posibilidad de aplicación exclusiva o como método complementario de los tradicionales de conservación.

En sentido general las dosis oscilan entre 0,0015 a 4 y 6 Mrad.

Las radiaciones actúan por un doble mecanismo: uno químico, cual es, su capacidad para ionizar las moléculas receptoras formando radicales libres que a su vez determinarán otras modificaciones en la zona irradiada, y, un segundo, biológico basado en la destrucción de los microorganismos y parásitos, existiendo mayor sensibilidad cuanto mayor y más complejo sea el organismo a destruir. En este sentido, aunque existen diferencias muy significativas entre ellos, se sabe que el grado de inactivación depende de la dosis total recibida y no de la velocidad con que se administra, precisándose también la existencia en los microorganismos de una zona «lábil» en la cual tendrían que incidir las radiaciones para producir efectos letales, siendo lo más probable que aquélla se localice en el ácido nucléico.

Todo alimento sometido a irradiación está sujeto obligatoriamente antes de su adopción comercial, a una serie de controles especiales y referidos a la seguridad para el consumo, de forma tal que, sin temor a equivocarnos, este sistema está supeditado a más ensayos que cualquier otro tipo de preservación.

Las conclusiones internacionales a que se ha llegado y que engloban controles nutricionales y sanitarios que justifiquen su total inocuidad, son los siguientes:

Estabilidad nutritiva. Destrucción de nutrientes

Tras numerosos trabajos experimentales realizados en los últimos años se ha demostrado que la destrucción de sustancias nutritivas —macro y micronutrientes— por las radiaciones ionizantes a las dosis normalmente empleadas, es similar, y a veces menor, a la causada por algunos métodos tradicionales como el calor. Quizás sean las vitaminas los elementos más afectados —A, B, C, D y E—, pero su grado de destrucción sigue una línea paralela a la del tratamiento por el calor y, por otra parte, es factible compensar esas pérdidas al igual que se realiza, en ocasiones, en alimentos procesados térmicamente.

Asimismo, se realizan pruebas de degustación mediante jurados adecuados, los cuales, con la ayuda de métodos diversos y los órganos de los sentidos, señalan las diferencias apreciadas en los alimentos naturales y los mismos tratados.

Ausencia de radiación inducida

Control de gran interés y con conclusiones prácticamente definitivas: no se produce radioactividad inducida detectable con el empleo de electrones de energía inferior a 5 MeV y con rayos gamma.

Producción de sustancias tóxicas

Hay coincidencia, tras las pruebas efectuadas con la máxima rigurosidad y analizando su acción sobre el crecimiento, reproducción, exámenes hematológicos, histopatológicos, etc., de la ausencia de sustancias tóxicas inducidas en los alimentos tratados. Estas pruebas se realizan sistemáticamente en animales de diversas especies —ratones, ratas, perros y monos— y durante largos períodos de tiempo.

Cancerogénesis negativa

Hasta el momento presente, los resultados son satisfactorios. No obstante, los Organismos Internacionales recomiendan llevar las experiencias a la máxima amplitud en tiempo y observaciones.

Aspecto microbiológico

Si uno de los fines primordiales que persigue el empleo de las radiaciones ionizantes es la destrucción de microorganismos, las pruebas de control de acción sobre los mismos adquieren el máximo interés.

Bien es verdad que las bacterias son normalmente destruidas por dosis que no hacen inaceptables las cualidades organolépticas y la textura del alimento tratado, pero no así ocurre con los virus, los cuales son más resistentes, de forma tal que, para garantizar su total eliminación se requieren dosis bastante superiores a las que pueden ser toleradas por la mayoría de los alimentos, de aquí que no pueda hablarse en sentido absoluto de esterilidad total, concepto asimismo aplicativo a las toxinas bacterianas, ya que algunas como las del *Cl. Botulinum*, no se destruyen por la irradiación a los niveles normalmente empleados.

Igualmente se considera de gran importancia la demostración de la no aparición de radiorresistencia en los microorganismos.

Aparte de estos controles sanitarios principales, existen y se realizan otros complementarios, junto con otra serie de pruebas consideradas como técnicas «standard» y que se recomienda su ejecución de forma sistemática para demostrar la efectividad de la operación.

Existe dificultad para reconocer si un alimento ha sido o no irradiado y con qué dosis, pues, las modificaciones producidas por las radiaciones ionizantes no son específicas. Se han propuesto diversos ensayos, pero hasta la fecha ninguno es definitivo y eficaz. Quizás lo más práctico sería fijar obligatoriamente en la envoltura del alimento una banda de coloración variable, según la dosis recibida.

Hecho este bosquejo inicial vamos a reseñar el campo aplicativo de este método en la conservación de alimentos de origen animal, refiriéndonos concretamente a pescados y carnes y exponiendo a su vez las posibilidades y ventajas de su empleo complementario con las bajas temperaturas.

Limitándonos a las facetas de radurización y radapertización señalaremos que la primera se basa en el manejo de dosis inadecuadas para esterilizar, pero suficientes para prolongar la vida sanitaria y comercial de un alimento, asociándose, por lo general, con otros métodos de conservación principalmente el frío.

Lógicamente, esta variante está llamada a tener gran importancia para el tratamiento de alimentos que son consumidos en estado fresco, pues al aumentar la duración de su conservación, las ventajas derivadas son numerosas, destacando por su gran interés la posibilidad de lograr una más adecuada regularización de mercados.

La radapertización requiere aplicar dosis mayores, capaces de destruir, en términos absolutos, los esporos del *Cl. Botulinum* o de un germen esporulado de resistencia análoga, lo cual supone prácticamente una dosis de 5 Mrad., aunque con menor intensidad se pueden conseguir análogos resultados en función de la carga bacteriana del producto. Método éste, de aplicación más limitada, pues, sólo es posible su utilización en un número reducido de casos. Las perspectivas de su empleo dependen de las investigaciones que se realicen para evitar, por sistemas diversos, los efectos indeseables que origina. (Reducción de la temperatura de irradiación, adición de radiosensibilizadores, destilación en ultracorriente, disminución de la presión de oxígeno, etc.)

PESCADOS

Numerosas razones técnicas y económicas justifican plenamente las investigaciones que se realizan en este campo, con consecuencias

aplicativas de enorme interés a nivel internacional y también en nuestro país en plazo más o menos corto.

El propio Director General de la F.A.O. señalaba no hace mucho tiempo la importancia del mar como fuente principal de los alimentos precisos para los próximos 25 años, indicando la necesidad de intensificar al máximo el aprovechamiento de sus grandes recursos.

Como resumen esquemático de la situación mundial diremos que ha sido EE.UU. el país que más ha contribuido al desarrollo de la irradiación de productos del mar, patrocinando sus programas de investigación la propia Comisión de Energía Atómica en colaboración con diversos centros tecnológicos y comerciales de la pesca y dedicando a ello grandes y progresivos presupuestos.

En línea muy similar actúan otros países como Rusia, Inglaterra, Francia y Canadá, hasta el punto de tener aprobado ya Rusia una variedad de pescado irradiado para el consumo público y hallarse otras especies pendientes de este trámite en EE.UU., lo cual no se ha conseguido aún, porque los respectivos organismos estatales recomiendan extremar las investigaciones sobre algunas facetas como son, las posibilidades comerciales de los productos y ciertos aspectos microbiológicos de los mismos.

Quizás sea en este tipo de alimentos, dentro de los de origen animal, donde este sistema brinda mayores ventajas, pues los clásicos de conservación: salazón y ahumado, apertización o esterilización en latas y congelación, o bien tienen una difusión limitada como sucede con los primeros o, en el caso de la congelación, se precisa mantener una complicada red de frío para impedir el desarrollo de los microorganismos y para disminuir la alteración de sustancias nutritivas, fundamentalmente protéicas, que se produce en la descongelación.

La irradiación de pescados se estudia en dos campos aplicativos: radurización y radapertización, siendo el primer sistema el que presenta hoy día mayores posibilidades, en especial si se combina con el empleo de las bajas temperaturas.

En efecto, dosis del orden de 0,5-3,5 Mrad. y posterior mantenimiento a temperaturas de refrigeración, permite lograr un aumento en la conservación del pescado fresco del orden de 3-5 veces el período normal y en perfectas condiciones higiénicas, con lo cual se logra transformarlo en un producto semiperecedero con incremento significativo de su período biológico de conservación.

Asociado con el procedimiento de congelación no sería preciso alcanzar temperaturas tan bajas (-25°C , -30°C), pudiendo modificar las actuales a -15°C . Ello permitirá lograr, aparte de un ahorro directo plenamente demostrado, una mayor expansión comercial de los productos del mar, al aumentarse el volumen de venta de los mismos

en grandes mercados y a crearse otros nuevos en zonas del interior donde el pescado llega en malas condiciones, junto con una ordenación de precios menos fluctuante que la que existe actualmente.

Específicamente, la radurización de pescados encuentra más ventajas cuando se emplea en unión de algún método complementario, siendo la combinación frío-irradiación el mejor sistema, ya que de esta forma no son detectables cambios organolépticos en el producto, permite alcanzar mejores puntuaciones en los paneles de degustación y los plazos de conservación son más largos, pudiendo llegar en el pescado fresco hasta 30-35 días. Así, en diversas especies, se ha demostrado que con dosis de 0,2-2 Mrad. y posterior almacenamiento a 0°C, se conservan un plazo de hasta 30 días y de unos 20 cuando se almacenan a 4°C.

Igualmente sucede en crustáceos y moluscos, que ganan en calidad con baja irradiación y tratamiento posterior con frío.

En todos estos casos hay intenso grado de disminución de los gérmenes normales del pescado, especialmente los *Flavobacterium*, *Corynebacterium*, *Micrococcus* y Levaduras diversas, y así, dosis de 0,1 0,3 Mrad. llegan a destruir de 10^4 - 10^5 gérmenes por gramo, cantidad próxima a las cifras normales del pescado destinado al consumo que suelen ser del orden de 10^5 - 10^6 . Sabido es que los esporos son más resistentes, pero esas dosis llegan incluso también a producir un estimable factor de inactivación y, por otro, la acción posterior del frío complementa el efecto deseado.

Sistema también con amplias posibilidades en pescados ahumados y desecados, pues, el tratamiento combinado (0,3-0,5 Mrad. y almacenamiento a 2-4°C), permite lograr períodos de conservación de varios meses.

No podemos decir lo mismo del segundo sistema o radapertización, método inicialmente ensayado por necesidades logísticas por el Cuerpo de Intendencia del Ejército Americano, pues como indicábamos anteriormente, las dosis precisas para lograr una esterilización comercial son altas, del orden de los 5 Mrad., con lo cual se originan intensas modificaciones organolépticas y que afectan al olor, sabor y coloración. No obstante, se intensifican los estudios, existiendo cierto optimismo en los resultados como lo evidencia la positividad de los trabajos presentados en el Simposio de Karlsruhe de 1966.

En conclusión a lo expuesto puntualizamos:

- La conservación del pescado por irradiación está llamada a tener en el futuro un gran porvenir, por razones económicas y técnicas que justifican la efectividad de la operación.
- Hasta el momento presente es la radurización el método más interesante, especialmente, como complementario del frío, pues,

con las dosis indicadas y posterior conservación a temperaturas próximas o superiores a 0°C , se consiguen magníficos resultados referidos al aumento del tiempo de conservación, condiciones organolépticas y con la ventaja de higienizar, pues se elimina la mayoría de los gérmenes banales y patógenos.

- La radapertización de pescados es actualmente una solución poco práctica, aun asociada a las bajas temperaturas u otros sistemas combinados.
- Este procedimiento podrá encontrar en España un prometedor campo aplicativo por su gran consumo, grandes posibilidades de captura, actual situación en la distribución y concentración de la mercancía que como sabemos se realiza a través de un escaso número de puertos, etc.

CARNES

En carnes y productos derivados se han realizado igualmente numerosas pruebas que engloban todas las facetas requeridas. Los ensayos están orientados hacia el empleo exclusivo de las radiaciones ionizantes como único método para la conservación, o la asociación de las mismas con complementarios diversos, entre los que destaca fundamentalmente el conjunto frío-irradiación.

También aquí hemos de considerar dos campos aplicativos: radurización y radapertización, ofreciendo la primera mayores posibilidades, basándonos en las razones apuntadas cuando nos referíamos a pescados. Las ventajas se acentúan cuando se asocia a las bajas temperaturas, siendo cada día mayor la convicción de que la conservabilidad de la carne refrigerada se aumenta ostensiblemente con este procedimiento combinado, precisando como más adecuadas las de 0°C a 5°C , debido a que los microorganismos que toleran esas temperaturas son muy sensibles a las radiaciones y así, carne tratada con dosis de 0,05-1 Mrad. y almacenada en esas condiciones, las alteraciones microbianas tardan en presentarse períodos de tiempo 5-10 veces mayores que en la no irradiada.

Las aplicaciones en este sentido pueden extenderse al saneamiento de carnes salmonelósicas y de hecho a prolongar el período de conservación de salchichas, bolonesas, filetes de hígado, canales de cerdo, cordero, aves, etc. Por ejemplo, con dosis de 0,3 Mrad. y almacenamiento a temperaturas de 0°C a 5°C , se logra alcanzar en canales de aves un porcentaje de esterilidad del 95 % y del 99 %, aplicando 0,6 Mrad., con períodos de conservación de hasta 50 días y presentando magníficas condiciones de aceptabilidad.

Su aplicación en carnes congeladas tendría menos ventajas pues normalmente no se alteran a esas temperaturas por las acción de los microorganismos, si bien, se ha demostrado que dosis bajas aumentan la conservabilidad después de la descongelación.

La radapertización por el contrario, dada su finalidad, cual es, la esterilización para poder así almacenar el producto indefinidamente sin posterior refrigeración, requiere mayores dosis, pero ello ocasiona evidentes alteraciones en el olor y sabor, formación de compuestos volátiles diversos, etc., más como teórica y prácticamente el método reviste un gran interés, se estudian intensamente diversos procedimientos para reducir al máximo aquéllas, siendo la congelación uno de los principales, en cuyo caso las modificaciones radioquímicas son mucho menores y así, la calidad mejora ostensiblemente cuanto antes de la irradiación se congela, almacenando después a temperaturas no tan bajas como las normalmente requeridas. Los efectos favorables del método combinado, quizás se deban a que el frío elimina virtualmente la fase acuosa y evita, por tanto, las reacciones químicas secundarias.

Tal es así, que en el actual programa de conservación de alimentos realizado por el Ejército de los EE.UU., se efectúan experiencias con buenos resultados, irradiando carne con dosis esterilizantes y manteniendo el producto a bajas temperaturas durante el proceso, con lo cual se consigue reducir bastante los efectos secundarios motivados por la irradiación a la temperatura ambiente, llegando incluso a proponer efectuar la radapertización a -90°C o a la temperatura del nitrógeno líquido.

Es cierto que apenas existen todavía alimentos cárnicos irradiados y aprobados para el consumo público, pero si interesa señalar que Rusia tiene ya comercializados, aunque distribuidos a escala limitada, aves, bacon y carne fresca de vacuno y cerdo.

También en EE.UU. se hallan pendientes de aquel trámite, carne fresca de vaca, cerdo y aves y cerdo y jamón congelados durante la irradiación. En Canadá se halla solicitada la aprobación de pollo y bacon radapertizados.

Por lo que respecta a España estamos a la expectativa de los resultados que se consigan en otros países, sin que ello indique se vaya a adoptar el nuevo sistema con rapidez, pero sí hemos de tener en cuenta las ventajas económicas potenciales que de ello pueden derivarse.

Con referencia a este tipo de alimentos pueden establecerse las siguientes conclusiones:

- Nos hallamos en una fase de intensa experimentación, concretando que, la radurización es capaz de prolongar bastante el período útil de almacenamiento. No obstante, como las dosis

aplicadas son bajas, no se eliminan otros agentes de tipo químico especialmente, y también perjudiciales para la carne, por lo cual, las investigaciones se centran en el estudio de la asociación con métodos complementarios, destacando el frío como uno de los más interesantes, bien a temperaturas próximas a 0°C o a las propias de la congelación, pero no tan bajas.

- Los inconvenientes señalados para la radapertización hace que existan hoy día pocas posibilidades de que este sistema sustituya a los tradicionales, sin que ello quiera decir no pueda conseguirse en un momento determinado, sobre todo a la vista de los resultados alcanzados cuando se asocia a otros métodos, en especial la aplicación de bajas temperaturas durante el proceso.

Nuestra exposición ha pretendido señalar una visión panorámica, y forzosamente limitada, de esta nueva técnica para la conservación de alimentos. Es lógico que dada su corta vida se halle aún en una fase desarrollo, pero también los métodos clásicos a base de frío, calor, etc., pasaron por su período de pruebas, por lo que es de esperar, dados los avances conseguidos en la materia, no esté lejano el día en el cual las radiaciones ionizantes, bien en aplicación única o asociada, alcancen una difusión industrial de gran utilidad.

Fisiologismo de los frutos y vegetales, y su importancia frente al tratamiento frigorífico

por P. MARCELLIN

Subdirector de la Estación Experimental de
Biología Vegetal de Bellevue del C.N.R.S.

Se dispone de un número considerable de informaciones sobre la fisiología de las frutas y verduras después de su recolección. Se han publicado varias revistas de conjunto, en particular las de BIALE (1), PENTZER y EINZE (2), ULRICH (3) y HANSEN (4). Varios artículos subrayan el interés de ciertos datos biológicos fundamentales en la aplicación práctica de la refrigeración. Tal es el caso, por ejemplo, de los estudios recientes de ULRICH (5 y 6) o de FIDLER (7). Se puede tratar de determinar los principios esenciales de la conservación de frutas y verduras en estado fresco con ayuda de consideraciones referentes, por una parte, a la respiración de los órganos aislados, y por otra parte, a las alteraciones que pueden sufrir después de la recolección. Por ello nos proponemos tratar sucesivamente los siguientes puntos:

- Datos sobre la respiración de frutas y verduras aisladas.
- Datos sobre las alteraciones de frutas y verduras después de la recolección.
- Importancia de los datos anteriores para la conservación de frutas y verduras mediante refrigeración.

1. DATOS SOBRE LA RESPIRACION DE FRUTAS Y VERDURAS AISLADAS.

Las frutas y verduras continúan vivas después de la recolección. Continúan por lo tanto respirando, absorbiendo oxígeno, y desprendien-

do gas carbónico y calor. Su respiración se efectúa a expensas de las sustancias de reserva, azúcares y ácidos orgánicos principalmente. A menudo se considera esta respiración como un indicio de su actividad vital. Es, pues, muy importante exacinar los principales factores que pueden influir en ella.

1.1. Influencia de la especie, la variedad y la edad.

La intensidad de la respiración varía mucho según la especie frutera o verdura considerada. Los órganos jóvenes, en vías de crecimiento (espárragos, guisantes, etc...) tienen un metabolismo activo y una respiración importante. Los cuadros I y II permiten comparar el grado de respiración de las distintas verduras y frutas.

CUADRO I

INTENSIDAD RESPIRATORIA DE VARIAS VERDURAS A 24°C.

(según PLATENIUS (8))

<i>Especie</i>	<i>Intensidad respiratoria (mg CO₂/kg/h)</i>
Espárragos	692,0
Guisantes	394,0
Judías	321,0
Espinacas	318,0
Pimientos	78,8
Zanahorias	66,2
Lechugas (var. Iceberg)	64,2
Tomates	49,6
Pepinos	44,5
Patatas	11,8

CUADRO II

INTENSIDAD RESPIRATORIA DE VARIAS FRUTAS
A TEMPERATURAS VECINAS

(según BIALE (9))

<i>Especie</i>	<i>Variedad</i>	<i>Tem. (0°C.)</i>	<i>Int. respiratoria (mgCO₂/kg/h)</i>
Aguacates*	Fuerte	20°	310
Plátanos*	Gros Michel	20°	128
Fresas	Howard	21°	134
Albaricoques*	Royal	18°	84
Melocotones*	Alberta	20°	70
Peras*	Williams	20°	66
Ciruelas*	Wickson	20°	42
Manzanas*	Bramleys	23°	32
Uvas	Flame	26°	32
Naranjas	Valencia	21°	26
Limones*	Eureka	21°	19
Melones	Honey Dew	20°	18

* Valores al máximo climactérico

Los datos anteriores tienen únicamente un valor aproximado, ya que difieren según la variedad considerada. Está generalmente reconocido que las variedades precoces respiran con mayor intensidad que las variedades tardías. Además, la actividad respiratoria depende de la edad de los órganos. Casi siempre, en lo que a verduras se refiere, dicha actividad decrece con mayor o menor rapidez a medida que se produce el envejecimiento (fig. 1). En cuanto a las frutas, la evolución de la

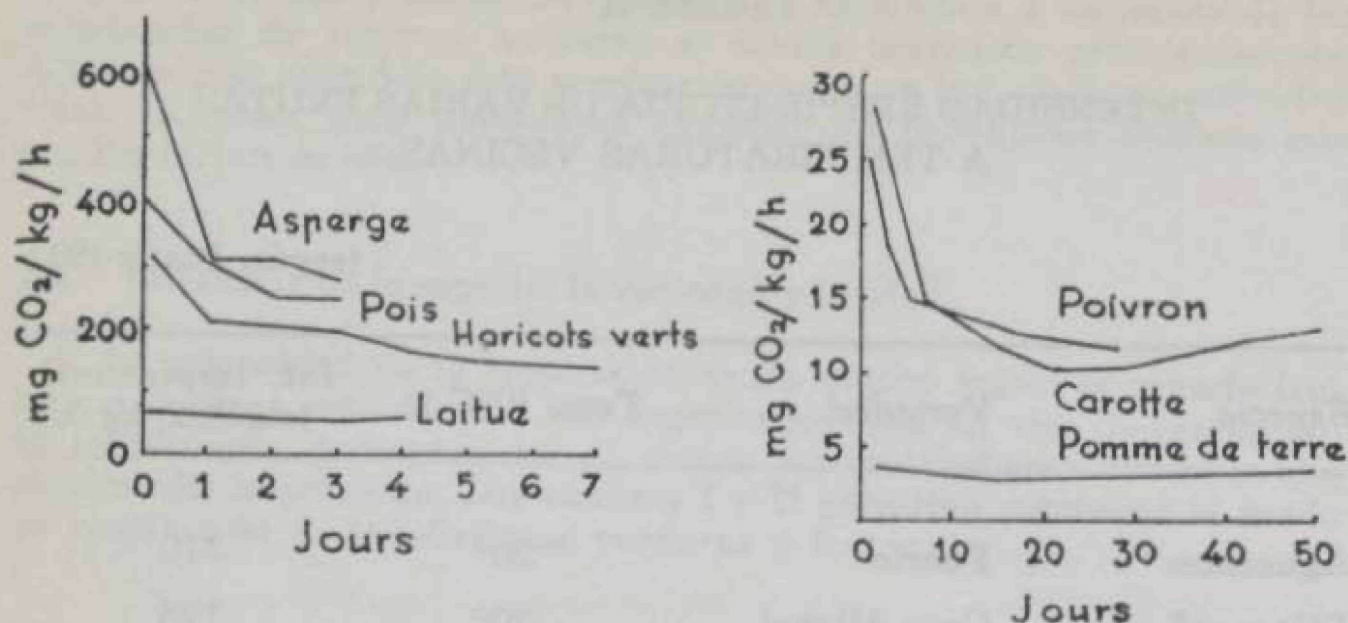


Fig. 1 Emisión de gas carbónico de diferentes hortalizas a 24° C (según PLATENIUS, 1942)

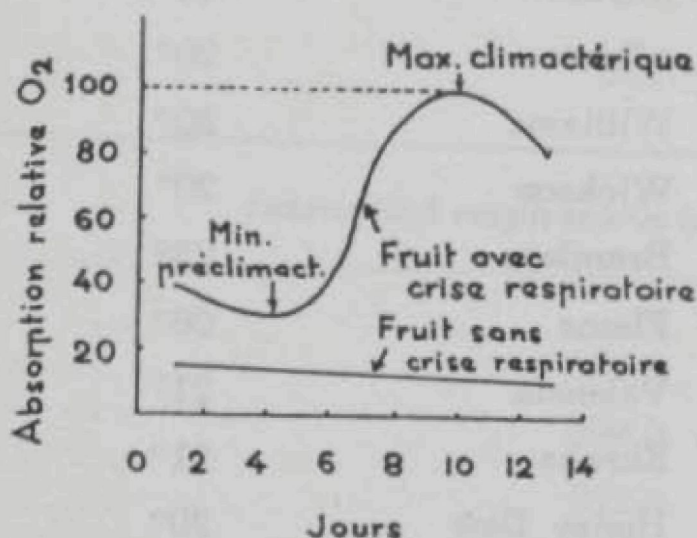


Fig. 2 Evolución de la respiración de diferentes frutos con y sin crisis respiratoria (según BIALE, 1960)

respiración puede ser completamente diferente (fig. 2). Efectivamente, ciertas especies fruteras presentan, durante su maduración, una crisis respiratoria llamada «crisis climatórica»; tal es el caso, por ejemplo, de las manzanas, peras, albaricoques, melocotones, ciruelas, plátanos, tomates, etc... Otras frutas, como las fresas, uvas, agrios, cerezas, melones, etc..., están por el contrario desprovistas de crisis respiratoria. La importancia de ésta varía sobre todo según la especie y la variedad (fig. 3).

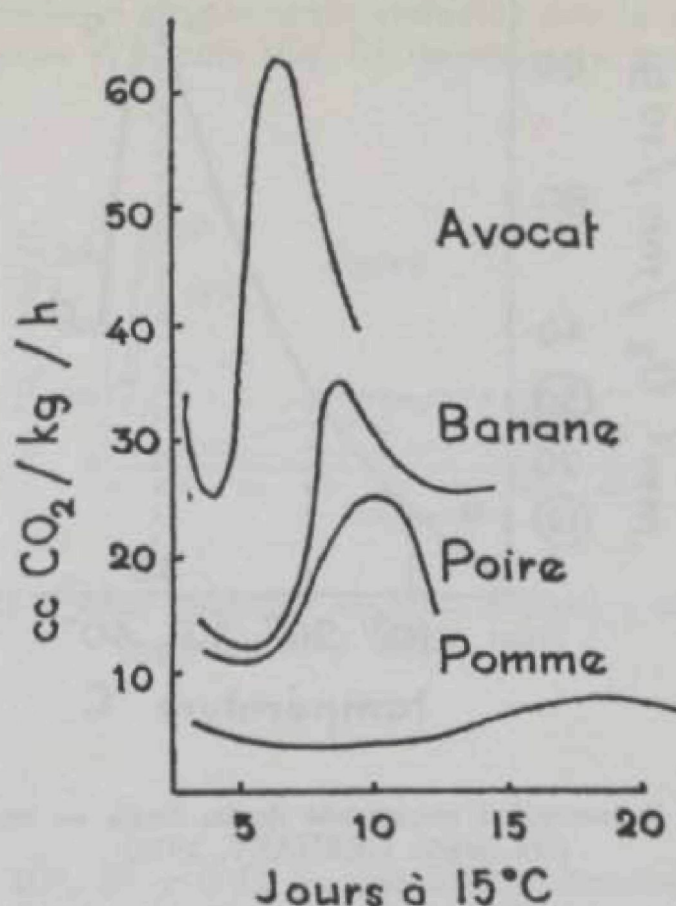


Fig. 3 La crisis climatérica de algunos frutos (según BIALE, 1950)

1.2. Influencia de la temperatura.

La actividad respiratoria de las frutas y verduras cesa si la temperatura es demasiado baja. Los límites térmicos de la respiración son los de la vida. Determinan aproximadamente un intervalo de temperatura que se extiende desde el punto de congelación de los tejidos (algo inferior a 0°C.) hasta cerca de 45° a 55°C., según los casos. El punto de congelación es a veces muy próximo a 0° (ejemplo: lechugas, pepinos, coles, espárragos, tomates, berenjenas, apios, etc...). En otros casos está más alejado (ejemplo: melocotones, peras, manzanas, ciruelas, agrios, uvas, etc...).

En la zona de temperaturas en que se manifiesta la actividad respiratoria, ésta pasa por un máximo, a menudo situado hacia 30° o 35° (fig. 4). Por encima de este máximo, la intensidad de la respiración de-

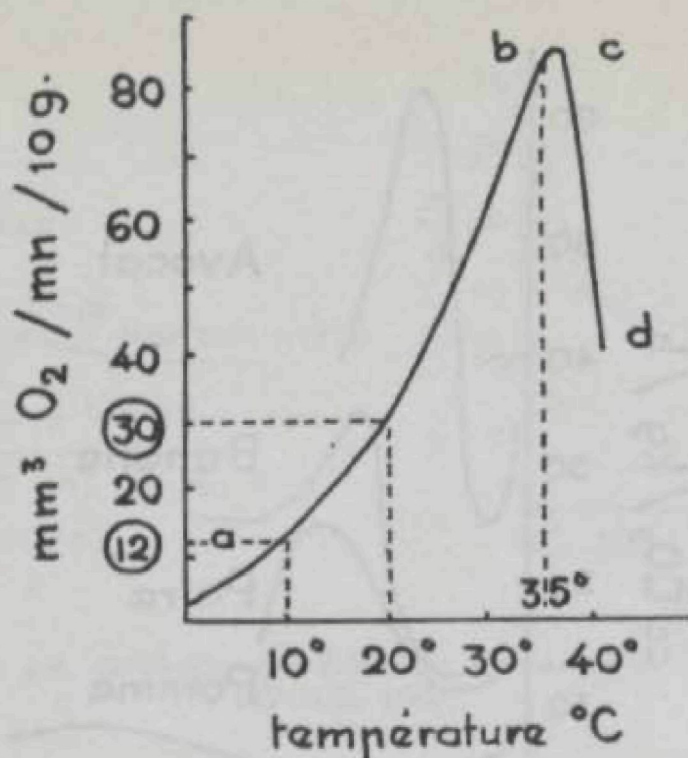


Fig. 4 Variación de la intensidad respiratoria de las fresas en función de la temperatura (según GERHART, 1930)

crece muy deprisa bajo el efecto del recalentamiento (espacio *c d* de la curva, fig. 4), lo que traduce el deterioro progresivo de los enzimas respiratorios, debido al calor. Por debajo de este máximo, el porcentaje respiratorio disminuye progresivamente a medida que baja la temperatura (porción *a b* de la curva, fig. 4). Esta disminución se expresa a menudo, según la ley de *ARRHENIUS*, por la relación exponencial: $\text{int. respirat.} = a \exp. [-\mu/RT]$, en la que *a* es un coeficiente, *R*: la constante de los gases, *T*: la temperatura absoluta y μ : el coeficiente de temperatura. La expresión anterior se expresa generalmente en términos de Q_{10} , valores que indican la relación de las intensidades respiratorias para intervalos de 10°C. En general, el Q_{10} es del orden de 2,3 (fig. 4). Pero puede alejarse más o menos de este valor y alcanzar valores inferiores a 2 o cercanos a 4 en las zonas de temperaturas menos favorables (10). El coeficiente de temperatura varía, en efecto, según las condiciones térmicas, y la relación logarítmica que une la respiración a la temperatura sólo es válida dentro de intervalos de temperatura más o menos estrechos. Esto prueba la complejidad de los efectos del enfriamiento sobre el metabolismo de las frutas y verduras.

Si se estudia la evolución de la respiración de las frutas o verduras en función del tiempo a diversas temperaturas más o menos bajas, pero

superiores al punto de congelación, se comprueba que el metabolismo puede ser perturbado, o simplemente reducido por la acción del frío. El ejemplo de las peras Williams (fig. 5) colocadas a temperaturas próxi-

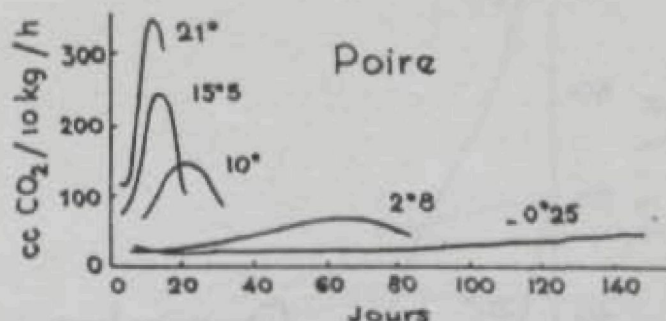


Fig. 5 Evolución de la crisis climatérica de peras Williams a diferentes temperaturas (según KIDD y WEST, 1937)

mas a 20°, 15°, 10°, 3° y 0°C. es una buena demostración del efecto reductor del enfriamiento: la «crisis climatérica» de las frutas se ve frenada y retrasada cuando la temperatura baja. Hacia 0°C. su aparición no es posible. Las figuras 6 y 7, procedentes de trabajos de FIDLER

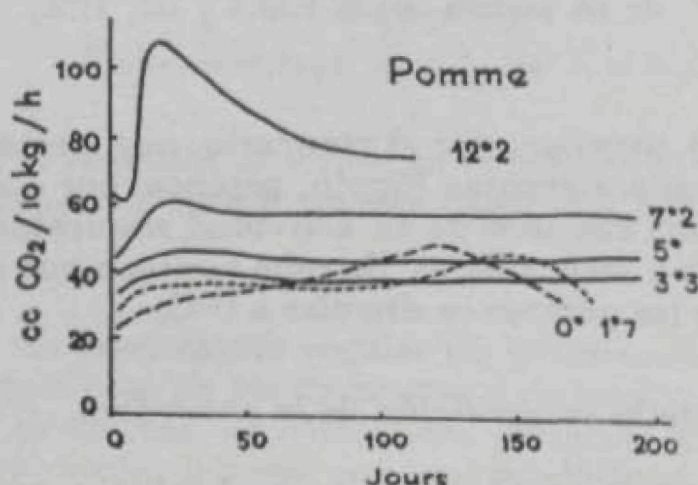


Fig. 6 Evolución, en función de la temperatura, de la respiración de una variedad de manzana sensible al frío (según FIDLER y NORTH, 1967)

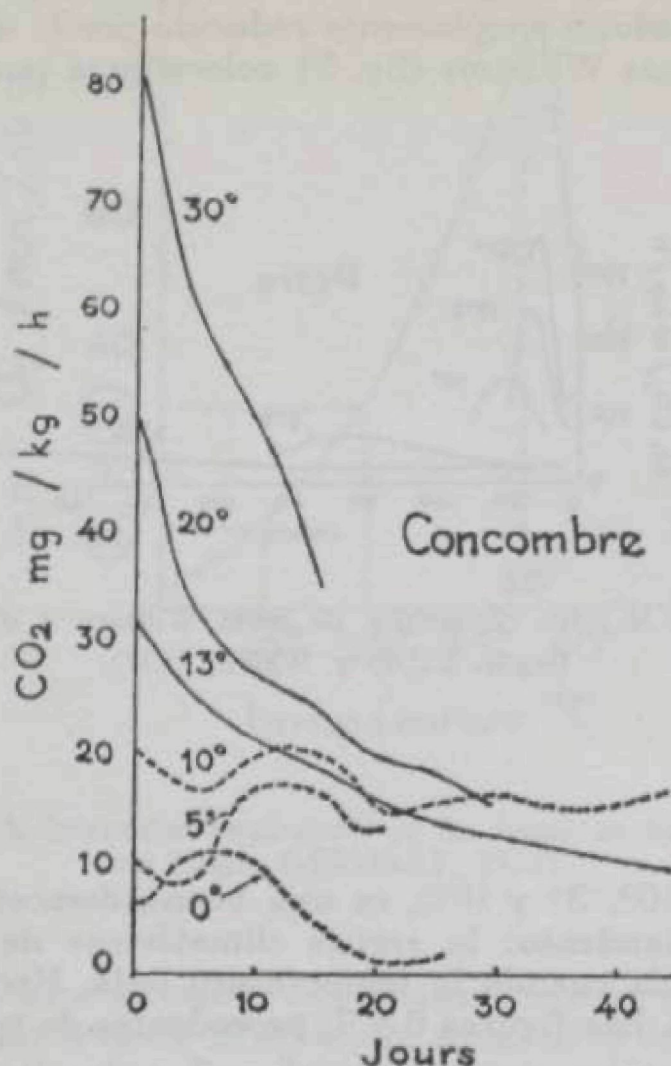


Fig. 7 Evolución, en función de la temperatura de una hortaliza sensible al frío: caso de los pepinos (según EAKS y col, 1956)

(11) y EAKS (12) prueban, por el contrario, que ciertas frutas y verduras (manzanas Cox's, naranjas Pippin, pepinos, por ejemplo) presentan un recrudecimiento anormal de su actividad respiratoria por debajo de temperaturas más o menos bajas. Se sabe también que el comportamiento respiratorio de las patatas es singular a 0°C.

1.2. Influencia de la composición de la atmósfera.

La composición en oxígeno, gas carbónico o también en ciertas sustancias orgánicas emitidas por los tejidos vegetales (en particular etileno) ejerce efectos notables sobre la actividad respiratoria de las frutas y verduras.

El consumo de oxígeno de los órganos vegetales está influido diversamente por la tensión de oxígeno del medio ambiente, según que ésta sea superior o inferior a la del aire (21%) (fig. 8). Por encima del

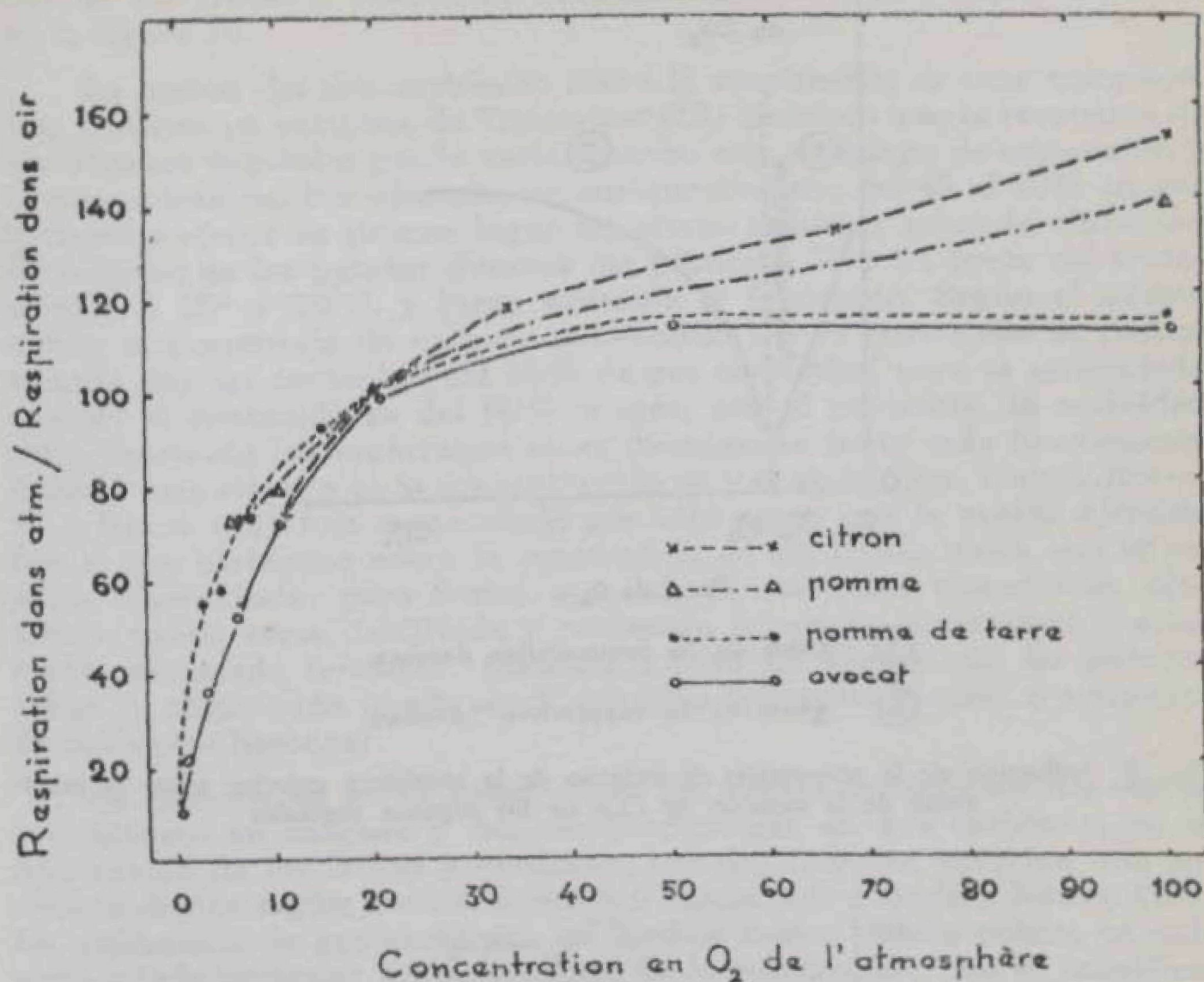


Fig. 8 Influencia de la proporción de oxígeno en la atmósfera exterior sobre la intensidad respiratoria de algunos vegetales (según FORWARD, 1965)

21%, asistimos a un crecimiento regular de la intensidad del fenómeno particularmente en el caso de las manzanas o de los limones; por el contrario, en ciertos productos, se comprueba primero, hacia el 50%, un aumento de la respiración, y luego una casi estabilidad, como en el caso de las patatas o de los aguacates, o una disminución, por ejemplo en las ciruelas. Por debajo del 21% y hasta un valor bastante bajo, del orden del 5%, el consumo de oxígeno disminuye lentamente; después este de-

crecimiento se acelera a medida que el oxígeno se rarifica. La fermentación propia se superpone entonces a la respiración de oxígeno (fig. 9).

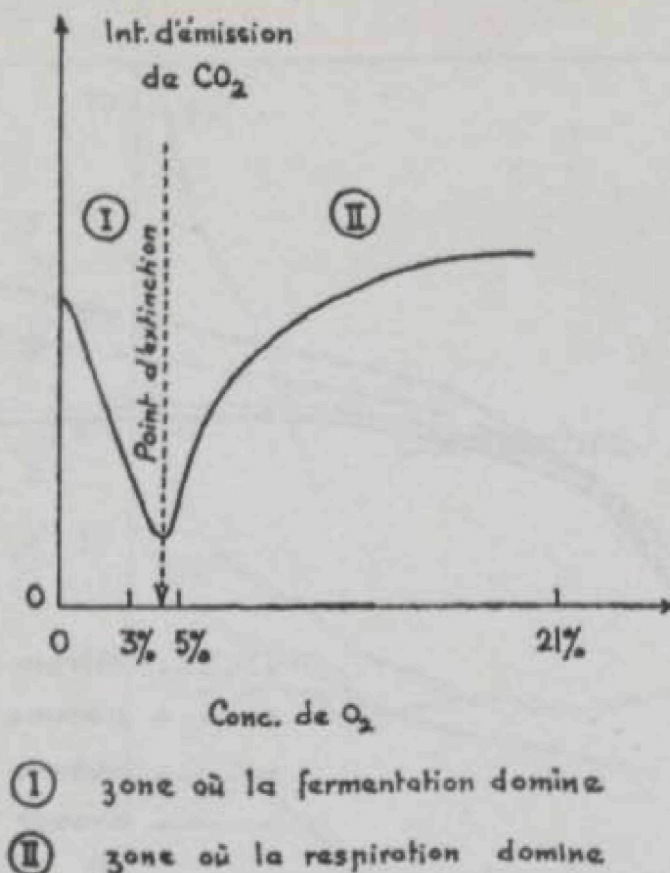


Fig. 9 Influencia de la proporción de oxígeno de la atmósfera exterior sobre la intensidad de la emisión de CO_2 de los órganos vegetales

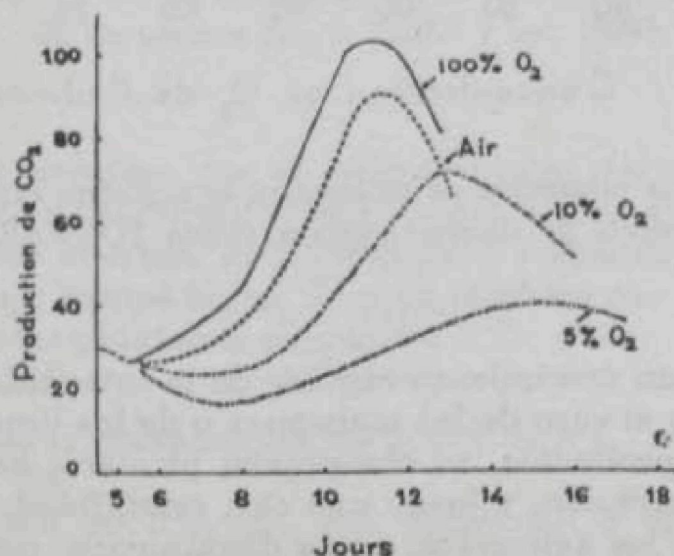


Fig. 10 Efectos de la concentración de oxígeno sobre la respiración de los frutos (según BIALE, 1960)

La reducción de la actividad respiratoria a bajas tensiones de oxígeno, o, por el contrario, su estímulo cuando hay contenidos moderadamente elevados está bien representada por la evolución de la «crisis climatérica» de las frutas a diferentes concentraciones del gas esquematizadas en la figura 10.

La acción del gas carbónico sobre la respiración es muy compleja. Los trabajos ya antiguos de THORNTON (13) prueban que la respuesta de los órganos vegetales puede variar mucho con el tiempo de exposición y la concentración. Por ejemplo, un enriquecimiento del 45 al 60% en gas carbónico ejerce en primer lugar un efecto reductor sobre la absorción de oxígeno de las patatas durante las primeras 20 o 24 horas del tratamiento a 15° y 24°C. y luego estimula el fenómeno. Según el mismo autor, el porcentaje de oxígeno consumido por la remolacha se reduce cuando hay un contenido del 15% de gas carbónico, pero es estimulado cuando el contenido es del 60% o más; por el contrario, la actividad respiratoria de los espárragos se ve disminuida tanto más fuertemente cuando más elevada es la concentración en gas carbónico. YOUNG, ROMANI y BIALE (14) han demostrado por otra parte que la acción ejercida por el gas carbónico sobre la respiración de las frutas varía con la especie considerada: para frutas que sufran una crisis climatérica, esta acción puede verse debilitada y retrasada (ejemplo: aguacates) o solamente retrasada (ejemplo: plátanos); para las frutas que no padecen crisis, la respiración puede ser disminuida (ejemplo: fresas) o estimulada (ejemplo: limones).

Se dispone de pocos datos sobre los efectos conjugados del empobrecimiento en oxígeno y del enriquecimiento en gas carbónico en la respiración de las frutas y verduras. Los dos factores tendrían una acción sinérgica según YOUNG, ROMANI y BIALE (14) FIDLER y NORTH (15). La utilización de gas carbónico en medios más o menos pobres en oxígeno puede provocar perturbaciones de la respiración, que se manifiestan por curvas irregulares (16). ULRICH (17), en un reciente estudio, ha analizado los efectos combinados a la vez del oxígeno, del gas carbónico y de la temperatura sobre la fisiología de las frutas y verduras, en particular sobre el fenómeno respiratorio; llegó a la conclusión que hay que continuar el estudio metódico de los tres factores considerados.

La importancia del etileno en la respiración ha sido estudiada sobre todo en las frutas. GANE (18) determinó hace tiempo, que la respiración de los plátanos era afectada por el etileno en período preclimatérico, mientras que no lo era en plena crisis o después. Unos contenidos muy débiles, 0,1 a 1.000 ppm. bastan, con un calor de 15° a 20°C., por ejemplo, para estimular la actividad respiratoria de las frutas. BIALE (9) determinó la diferencia de comportamiento de las especies que padecen una crisis respiratoria y las que no la padecen. En el primer caso, el

etileno acelera la aparición del máximo respiratorio sin modificar mucho su importancia; en el segundo caso, asistimos, por el contrario, a un estímulo de la respiración (fig. 11). La reacción de las frutas ante el

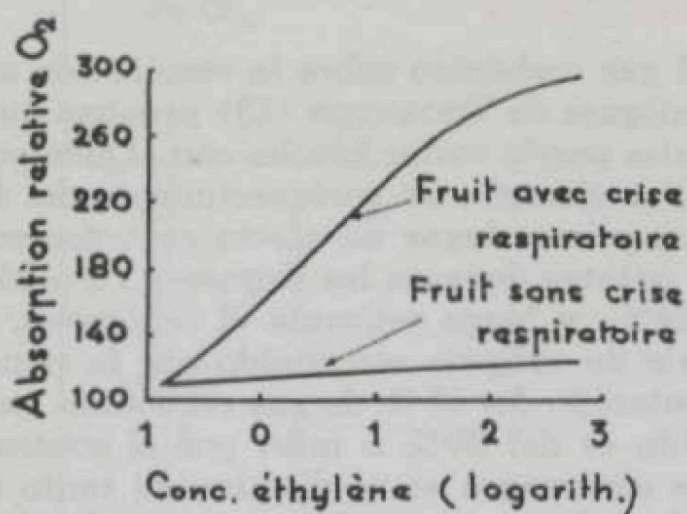


Fig. 11 Comparación del efecto del etileno sobre la actividad respiratoria de frutos con o sin crisis climática (según BIALE, 1960)

etileno parece que depende mucho de la temperatura. FIDLER (19) observa que este gas tiene un efecto nulo sobre la respiración de las manzanas Worcester Pearmain a 3°C., débil a 7°C., importante a 12,5°C. La composición en oxígeno y gas carbónico de la atmósfera tiene también importancia. Varios autores, KIDD y WEST (20) en particular, reconocen que débiles concentraciones de oxígeno y fuerte dosis de gas carbónico obstaculizan los efectos del etileno. Sin embargo, se dispone de pocos datos sobre la acción que ejerce en la respiración de los productos.

2. DATOS SOBRE LAS ALTERACIONES DE LAS FRUTAS Y VERDURAS, DESPUES DE LA RECOLECCION.

La maduración o el envejecimiento de las frutas y verduras después de la recolección, puede ser perturbada por la aparición de diversas alteraciones. Sin contar con las enfermedades que provienen de las condiciones de producción, examinaremos, de una parte, las alteraciones debidas a la acción nociva de los factores físicos y químicos del medio de conservación, y de otra parte, las alteraciones de origen microbiano.

2.1. Alteraciones que resultan de la acción nociva de factores físicos y químicos del medio de conservación.

La temperatura, la sequedad o la humedad, la composición de la atmósfera en oxígeno, en gas carbónico y en ciertas sustancias orgánicas volátiles emitidas por las frutas o verduras merecen nuestra atención.

2.1.1. Efectos nocivos de la temperatura.

Las frutas y verduras son muy exigentes desde el punto de vista de la temperatura. Es lo que se deduce del anterior estudio sobre la respiración. Unas malas condiciones térmicas ocasionan desórdenes de varios tipos, consecutivos sea a una acción puramente física (el hielo), o sea a perturbaciones del metabolismo normal.

El Hielo

A temperaturas suficientemente bajas, inferiores al punto de congelación, aparece el hielo en los órganos vegetales. Si los gérmenes cristalinos aparecen en las células, se produce irremediablemente la muerte de los tejidos. Por el contrario, cuando están localizados únicamente en las células (por ejemplo, en el caso de una ligera congelación, lenta y de corta duración), las frutas y verduras pueden recobrar, al deshelarse, su estado normal, a condición de que los cristales de hielo no hayan provocado el estallido, la asfixia o una plasmosis exagerada de las células.

La sensibilidad de las frutas y verduras al hielo varía mucho, en particular según las especies. El punto de congelación no siempre es un criterio suficiente para calcular esta sensibilidad. Esto queda demostrado en el cuadro III, en el que algunas especies fruteras o verduras han sido agrupadas más o menos en función de su sensibilidad al hielo.

CUADRO III

SENSIBILIDAD AL HIELO Y PUNTO DE CONGELACION DE ALGUNAS FRUTAS Y VERDURAS

Especies muy sensibles	pto de congelación °C	Especies medianamente sensibles	pto de conge- lación °C	Especies menos sensibles	pto de conge- lación °C
Espárragos	— 1'1°	Manzanas	— 2'2°	Remolachas	— 2'8°
Plátanos	— 1'1°	Uvas	— 2° a — 4°	Zanahorias	— 1'1°
Judías verdes	— 1'1°	Peras	— 2'2°	Coliflores	— 1'1°
Pepinos	— 0'5°	Melocotones	— 1'7°	Salsifis	— 1'7°
Berenjenas	— 1'1°	Lechugas	— 0'5°	Espinacas	— 1'1°
Limones	— 2'2°	Cebollas	— 1'1°	Coles (vie.)	— 0'5°
Patatas	— 1'7°	Colores (nue.)	— 0'5°	Nabos	— 0'5°
Tomates	— 1'1°	Apios	— 1'1°		

Enfermedades fisiológicas debidas al frío

Unas temperaturas bajas superiores al punto de congelación o hasta temperaturas moderadas alteran a veces el metabolismo de las frutas y verduras, provocando la aparición de enfermedades graves, llamadas fisiológicas. Estas perturbaciones sobrevienen en condiciones muy diferentes, sea después de una permanencia más o menos prolongada a temperaturas inadecuadas, sea después de una permanencia excesiva a temperaturas ordinariamente toleradas.

En los casos más sencillos, la zona de temperaturas peligrosas se sitúa por bajo de una temperatura inferior y, dentro de esta zona, la gravedad de la perturbación fisiológica observada es tanto mayor cuanto más importante es la intensidad del frío (fig. 12). El cuadro IV ofrece

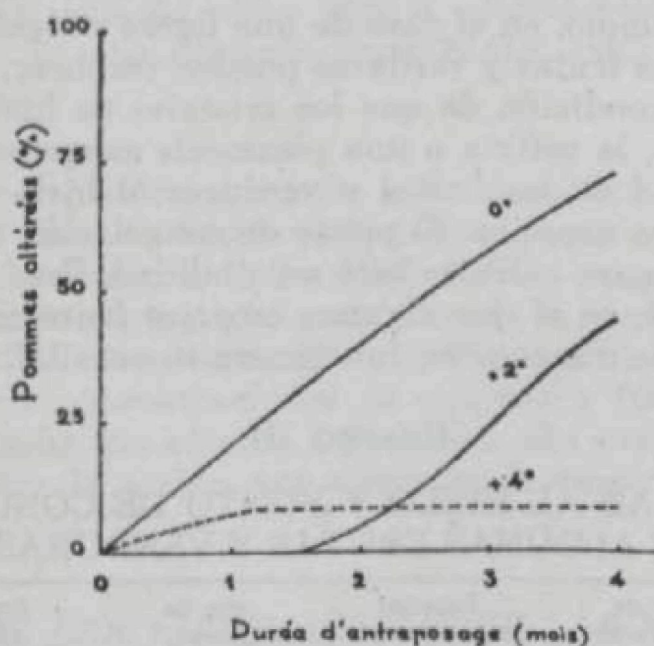


Fig. 12 Porcentaje de manzanas afectadas de pardeamiento interno debido al frío a tres temperaturas diferentes (según KRUMBALZ, 1954)

varios ejemplos de los límites aproximados del enfriamiento para diferentes frutas y verduras y las alteraciones generalmente comprobadas a temperaturas demasiado bajas.

CUADRO IV

LIMITES APROXIMADOS DE ENFRIAMIENTO PARA DIFERENTES FRUTAS O VERDURAS Y ENFERMEDADES MAS FRECUENTES A TEMPERATURAS DEMASIADO BAJAS

Especie	Límite aprox. de enfriamiento (°C)	Perturbaciones más frecuentes a temperaturas demasiado bajas
Manzanas (variedades europeas)	3° a 5°	descomposición de la carne (enfermedad común del frío)
Limones	13° a 14°	Pardeamiento interno, pitting
Melones	4° a 10°*	alteración de la carne, pitting
Plátanos verdes	12°	alteración del color (rizado)
Aguacates	4'5° a 7°*	Pardeamiento interno
Naranjas (Navel)	1'5° a 3°	Alteración de la piel
Pepinos	7° a 12°	Carne superf. inyectada de agua, pitting
Tomates (no maduros)	10°	descomposición de la carne
Berenjenas	7°	color oscuro, pitting
Judías verdes	4°	enrojecimiento, pitting
Pimientos	7°	alteración región caliz, pitting
Patatas	4° a 5°	sabor azucarado anormal

* Según variedades.

En otras ocasiones, las enfermedades del frío son más graves a temperaturas superiores a 0°C, por ejemplo hacia 3°C en el caso de la textura algodonosa de los melocotones o de la descomposición interna de las ciruelas (fig. 13). También sucede a veces que únicamente las

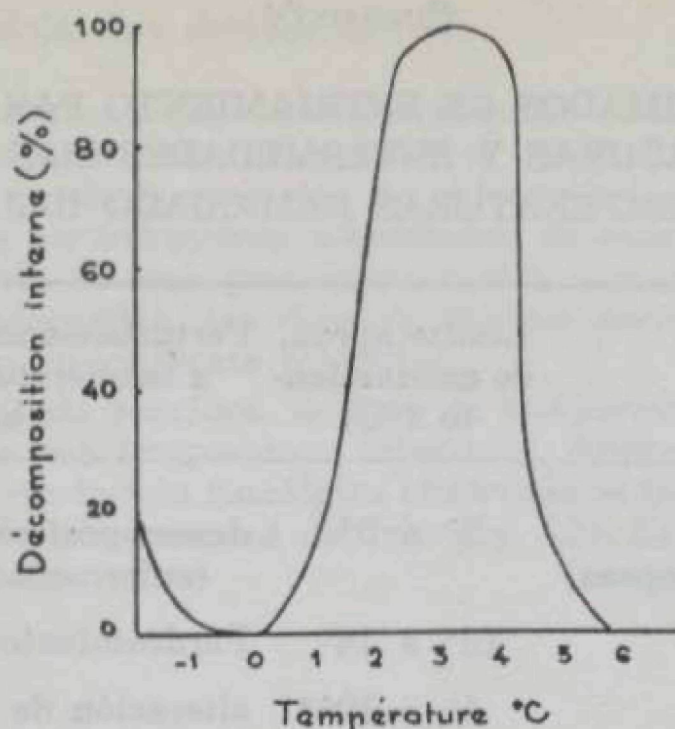


Fig. 13 Porcentaje de ciruelas afectadas por trastornos fisiológicos debidos al frío en función de la temperatura (según REES-DAVIES, cit. ULRICH, 1954)

temperaturas intermedias son nocivas; tal es el caso de las peras Williams, que soportan bien temperaturas próximas de 0°C y sin embargo se pardean en pocas semanas hacia 7° ó 8°C .

A menudo es difícil fijar con precisión, para una especie dada, los límites de la zona de temperaturas peligrosas. Estas pueden variar no sólo con la variedad, sino también según las condiciones de producción (clima, abono, etc...), la edad y la talla de los órganos, etc.

Unas temperaturas bajas, habitualmente soportadas por las frutas y verduras, pueden ocasionar perturbaciones fisiológicas cuando su acción se prolonga exageradamente. Citaremos dos casos de frutas: las peras Williams no maduras, mantenidas demasiado tiempo a 0°C , se vuelven amarillas pero permanecen duras hasta cuando vuelven al calor; las manzanas Golden Delicious no maduras pueden perder definitivamente su capacidad de volverse amarillas después de una permanencia exagerada a 0°C .

PLANK (21) ofrece una explicación del mecanismo de aparición de las enfermedades del frío que conducen a la muerte de los islotes celulares. Considera que el conjunto del metabolismo comprende dos tipos de reacciones: unas conducen a la formación de un veneno, otras absorben este veneno en las condiciones más favorables. Las velocidades de

estos dos tipos de reacciones son influenciadas diferentemente por la temperatura (fig. 14). A ciertas temperaturas, la velocidad de absorción

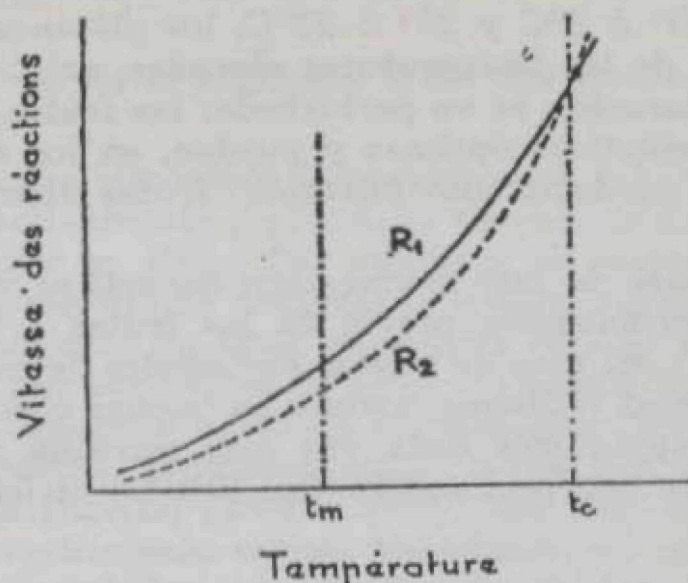


Fig. 14 Curvas de PLANK mostrando las variaciones de velocidad de dos grupos de reacciones del metabolismo en función de la temperatura; R_1 : formación de un veneno hipotético; R_2 : reacciones de degradación de este veneno

de la sustancia tóxica es insuficiente para impedir su acumulación, y de ahí la muerte de las células. Se puede también admitir, como lo sugiere ULRICH (22) que las enfermedades fisiológicas son el resultado de un desequilibrio que se produce a nivel de una o varias reacciones fundamentales: la disminución de la temperatura obstaculizaría la formación o la acción de ciertas enzimas o de sus precursores, o también podría dificultar la difusión de ciertos metabolitos. La sustancia acumulada anormalmente puede ser tóxica o no (ejemplo: enriquecimiento de patatas en azúcares solubles a cerca de 0°C). Se admite a veces que el veneno formado a temperaturas inadecuadas es volátil y que es posible eliminarlo mediante un tratamiento al calor. Efectivamente, SMITH (23) reduce los riesgos de alteración por el frío de las ciruelas interrumpiendo su almacenaje después de 5 semanas mediante un calentamiento intermitente de 2 días a 18°C ; KIDD y WEST (24) habían demostrado también, para manzanas sensibles al frío, el interés de un recalentamiento durante breves períodos.

Perturbaciones de la maduración a temperaturas elevadas

Diversas frutas recolectadas cuando todavía no están maduras pueden madurar después de la recolección (ejemplo: manzanas, peras,

plátanos, aguacates, ciruelas, melocotones, tomates, etc...) La maduración normal sólo es posible dentro de un intervalo de temperatura bien definido. A título indicativo, las peras Williams maduran entre 10° y 24°C , las peras Doyenné du Comice y Conférence entre 3° y 18°C , las manzanas entre 0° ó 3°C y 20° ó 23°C , los plátanos entre 15° y 23° ó 30°C . Del lado de las temperaturas elevadas, existe una zona crítica en la que la maduración se ve perturbada; las frutas no adquieren sus cualidades organolépticas óptimas y pueden, en los casos más graves, sufrir necrosis o pardeamiento (ejemplo: frutas «hervidas» en el caso de los plátanos).

Las condiciones de una maduración normal se ven modificadas a veces por una permanencia previa de las frutas a baja temperatura (por ejemplo 0°C). El caso de ciertas variedades de peras es muy significativo. La variedad Williams madura en buenas condiciones dentro de una zona de temperaturas cada vez más estrecha a medida que su almacenaje a 0° es más prolongado (fig. 15). La variedad Passe-Crassa-

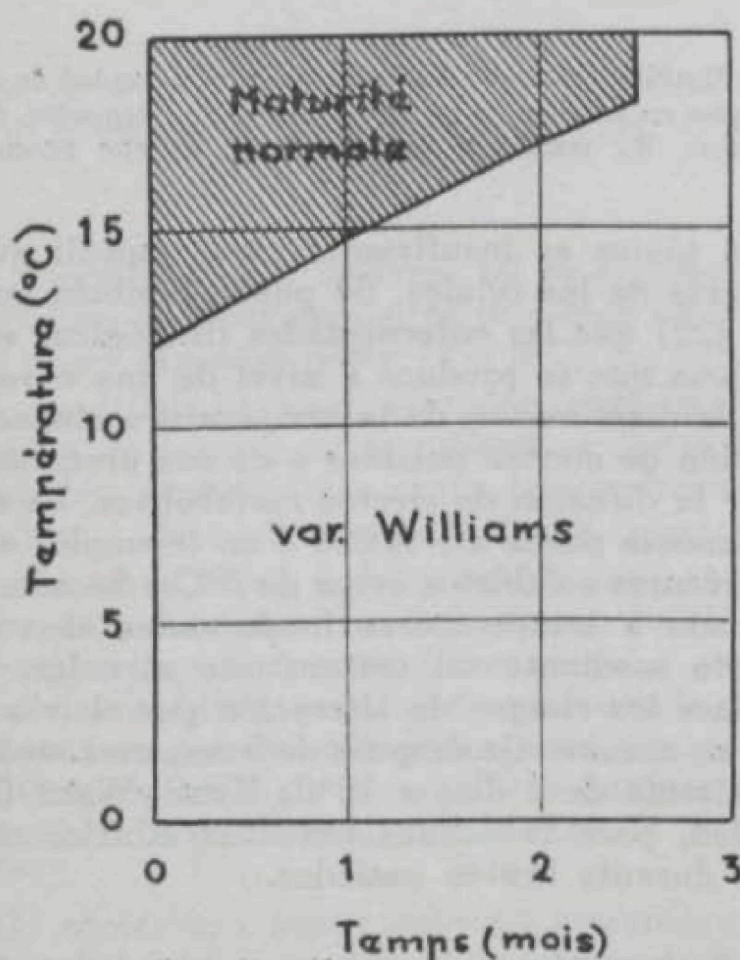


Fig. 15 Zona de maduración normal de peras Williams en función de la duración del almacenaje frigorífico (según KRUMBALZ. cit. ULRICH, 1954)

ne, procedente de ciertas regiones, madura lentamente a 4°C después de la recolección, pero anormalmente en caliente (18-20°C); por el contrario, un tratamiento de varias semanas a 0°C asegura una maduración activa normal.

2.1.2. Efectos nocivos de la sequedad o de una humedad excesiva de la atmósfera.

Mantenidas en una atmósfera demasiado seca, las frutas y verduras frescas transpiran activamente y pronto se alteran; adquieren un aspecto más mate, su color se altera (las verduras se vuelven amarillas) y acabar por marchitarse, lo que ocasiona la muerte rápida de las células superficiales. Las pérdidas de agua aumentan cuando se eleva la temperatura o también por una agitación de la atmósfera. Dependen mucho, sin embargo, de la especie o hasta de la variedad. Ciertas verduras de gran superficie (ensalada, espinacas, etc...) o con una epidermis debilmente protegida (zanahorias, patatas, etc...) son muy sensibles al marchitamiento. Un revestimiento ceroso abundante, un número reducido de pequeñas discontinuidades superficiales (lentícelas, estomas, etc...), son factores importantes de reducción de las pérdidas de agua. La edad de los productos interviene también y generalmente se reconoce que los órganos jóvenes transpiran más que los órganos de más edad.

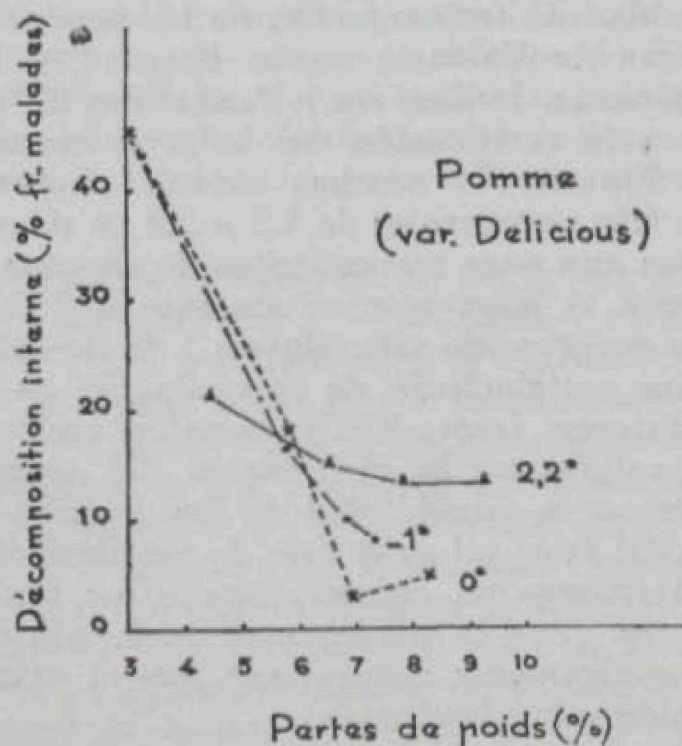


Fig. 16 Porcentajes a muy bajas temperaturas de manzanas Delicious, alteradas por el frío en función de su pérdida de peso (según resultados de SCOTT y col., 1967)

El porcentaje de humedad de la atmósfera no puede aumentarse sin embargo si no se toman las debidas precauciones. Una atmósfera rica en vapor de agua no sólo es propicia, como veremos más adelante, al desarrollo de alteraciones microbianas, sino que puede favorecer ciertos fenómenos perjudiciales para la calidad de las frutas o verduras. Así el crecimiento de las raíces de cebolla es activo en atmósfera húmeda, y hasta en ambiente frío. Una humedad elevada puede perjudicar el desarrollo del sabor y del perfume de los órganos (25) y provocar pardeamientos internos (26). En una reciente publicación, SCOTT (27) demuestra que la reducción de las pérdidas de peso de las manzanas Jonathan y Delicious favorece la aparición de perturbaciones fisiológicas debidas al frío (fig. 16).

2.1.3. Efectos nocivos de la composición de la atmósfera en oxígeno, en gas carbónico y en sustancias orgánicas volátiles.

La evolución de las frutas y verduras disminuye cuando se reduce la concentración de oxígeno en la atmósfera. Pero la rarificación del oxígeno queda limitada por los peligros de fermentación. Esta engendra la acumulación de alcohol y de acetaldehído en los tejidos, desnaturando el sabor y el olor, y produciendo luego la muerte de las células. La concentración mínima de oxígeno soportada por las frutas y verduras se sitúa generalmente hacia 2 ó 3 %. Pero puede ser más elevada o más baja según la capacidad de fermentación de los productos, por ejemplo 5 % en las naranjas de Valencia según BIALE (9). Experimentando sobre verduras (espinacas, judías, etc.) PLATENIUS (28) halla una tolerancia acrecentada a la rarificación del oxígeno cuando disminuye la temperatura. Para FIDLER (7) muchas especies fruteras o legumbres pueden soportar en frío porcentajes de 1,5 a 2,5 % de oxígeno. Se citan contenidos más bajos aun para tratamientos de algunos días solamente: PARSONS (29) observa el buen comportamiento a 0°C de las lechugas en nitrógeno puro o enriquecido solamente a 1 % de oxígeno y la disminución más o menos satisfactoria de la evolución de otros productos en las mismas atmósferas: fresas (0°C), tomates, melocotones, plátanos (hacia 15°C). Es posible que la rarificación del oxígeno aumente, al menos en ciertos casos, la sensibilidad de los órganos vegetales frente a las enfermedades del frío: tal es el caso de los pimientos LIPTON (30). En fuertes concentraciones, el oxígeno puede ser tóxico y matar las células. Observaciones sobre la maduración acelerada de las manzanas en atmósferas sobreoxigenadas demuestran que el oxígeno puro ejerce un efecto tóxico rápido sobre las frutas.

La exagerada acumulación de gas carbónico en contacto con frutas y verduras provoca, más tarde o más temprano, diversas alteraciones: alteraciones del sabor y del perfume, del color (pardeamientos internos

o superficiales). Ciertas especies tales como los melocotones, las fresas, los agrios, los apios, las lechugas, etc... son más sensibles al gas carbónico que otras, como las uvas, cerezas, castañas, patatas, coliflores, zanahorias, etc... Pero hay que tener en cuenta la influencia de las variedades: es muy marcada en el caso de los melocotones y de las fresas. Se admite generalmente que la sensibilidad al gas carbónico es mayor a bajas temperaturas que a temperaturas medias (ejemplo: manzanas, peras, melocotones, fresas, etc...); sin embargo, SMITH (31) señala el fenómeno contrario en los albaricoques. El contenido en oxígeno actúa, según parece, de muy distintas maneras: las manzanas no soportan tan bien el gas carbónico a débiles concentraciones (5 % de oxígeno al menos) como lo hacen en el aire; por el contrario, ciertas variedades de ciruelas toleran mejor el tratamiento si se reduce la concentración de oxígeno a 5 % (31). La duración de la exposición de los productos al gas carbónico es, con toda evidencia, muy importante. Diversas variedades de manzanas o peras no pueden ser mantenidas largo tiempo en frío cuando hay más de 8 a 10 % de gas carbónico (se corre el peligro de que aparezca el «corazón pardo»). Sin embargo, soportan sin peligro, durante 2 días, dosis mucho mayores (20 %). El mantenimiento de la calidad inicial de ciertas frutas de pequeño tamaño (grosellas, fresas, frambuesas, cerezas, etc...) se mejora mediante la adición en el aire, a baja temperatura, de cantidades relativamente importantes de gas carbónico (10 %, 30 % como máximo). Interesantes observaciones han sido hechas por LIPTON (32) con respecto a la incidencia de un enriquecimiento en gas carbónico de la atmósfera sobre la calidad de las coliflores después de la cocción; el deterioro de la consistencia y del color del producto sería inevitable después de un tratamiento a 50 % o más de gas carbónico, aun durante unos períodos de tiempo cortos.

Unas débiles dosis de sustancias orgánicas volátiles (etileno, productos olorosos) desprendidas por las frutas y verduras pueden acumularse en la atmósfera al contacto directo con los productos vegetales. El etileno ha sido estudiado como factor estimulante de la maduración de las frutas o como inhibidor de ciertos fenómenos de crecimiento de las verduras (crecimiento de los brotes de los tubérculos de patata, de los bulbos de cebolla, de los talles de espárrago, etc...) Parece sin embargo que existen pocos datos sobre los eventuales efectos nocivos del etileno. En general, se reconoce que unas dosis excesivas de este gas provocan lesiones epidérmicas. También se está mal informado sobre las alteraciones que puedan producirse como resultado de la acumulación de productos olorosos en la atmósfera. En el caso de las manzanas y de las peras, ciertos constituyentes olorosos (en particular ésteres) pueden ser la causa de la aparición de la enfermedad de la escaldadura. La sensibilidad de las frutas ante esta grave enfermedad depende de ciertos

factores de la huerta (clima, cultivo, etc...), de la variedad, del grado de madurez, de la duración del almacenaje en frío, etc... Unos contenidos de oxígeno débiles (menos de 5 %) disminuyen los riesgos de escaldadura en frío (33); este efecto se vería reforzado por el enriquecimiento de la atmósfera en gas carbónico hasta contenidos moderados (8 % aproximadamente) (34).

2.2. *Las alteraciones de origen microbiano.*

Después de la recolección, las frutas y verduras sufren con frecuencia el ataque de mohos o de bacterias y en pocos casos de levaduras (ejemplo: caso de las fresas). Hay que temer las infecciones bacterianas sobre todo en las verduras, que son generalmente menos ácidas que las frutas. Examinaremos brevemente algunos aspectos fundamentales de las condiciones de contaminación de los productos y la influencia de los factores del medio exterior en el desarrollo y la actividad de los gérmenes de alteración.

2.2.1. Algunos aspectos de las condiciones de contaminación microbiana en las frutas y verduras.

La contaminación microbiana de los productos vegetales vivos puede efectuarse a favor de heridas (choques presión, mordeduras de insectos, manchas, etc...) pero también por vías naturales representadas por diversas discontinuidades de la epidermis (estomas, lenticelas, etc...). En el primer caso, el desarrollo de la infección es rápido si las condiciones exteriores son favorables: los numerosos gérmenes que pulupan en la atmósfera ambiente encuentra, gracias a las células superficiales dañadas, un medio fácil de atacar los tejidos profundos. En el segundo caso, la alteración evoluciona generalmente con bastante lentitud. La contaminación se produce a veces antes de la recolección y se manifiesta mucho tiempo después. Tal es el caso, en particular, de ciertos hongos llamados parásitos latentes. El cuadro V demuestra, con ayuda de un ejemplo (el de las manzanas) la distinción que conviene establecer entre parásitos de heridas y parásitos latentes.

Los *Penicillium* constituyen un ejemplo típico de parásito de herida; atacan a menudo las naranjas y los limones a causa de la alteración de las bolsas secretoras de las frutas. El *gloeosporium* de las manzanas es específicamente un parásito latente. La infección se produce de manera precoz en la huerta y su desarrollo tardío durante el almacenaje ha sido estudiado por MOREAU (36). El envejecimiento de las frutas después de la recolección favorece la infección debido a ciertas modificaciones de los tejidos superficiales que conciernen, quizás a

CUADRO V

LAS VIAS DE INFECCION DE ALGUNOS PARASITOS COMUNES DE LAS MANZANAS (SEGUN BONDOUX, 35)

Especie fúngica	Parásito de herida	Parásito latente vías naturales de infección		
		ligamento pedoncular	caliz	lenticelas
Monilia fructigena				
Rhizopus nigricans				
Penicillium exp.	+ + +			
Botrytris cinerea	+ +			+
Trichotecium roseum	+ + +			+ + +
Glocosporium album	+ +	+	+ +	+ + +
perennaus	+ +	+		+ +
fructigenum				
+ Ataque poco frecuente. + + Ataque frecuente + + + Ataque muy frecuentes.				

estructura. Contrariamente a los casos anteriores, otros hongos, como los del género Botrytis, pueden introducirse en los órganos por heridas o por vías naturales, según los productos considerados.

2.2.2. Influencia de los factores del medio exterior sobre el desarrollo y la actividad de los gérmenes de alteración.

Influencia de la temperatura y de la humedad

Los riesgos de podredumbre o de enmohecimiento dependen mucho de la acción combinada de la temperatura y de la humedad (fig. 17). En frío y en atmósfera seca, las alteraciones microbianas disminuyen considerablemente; por el contrario, el recalentamiento de los productos en un medio húmedo ofrece el máximo de peligro.

En un medio desfavorable (frío y sequedad), los hongos y ciertas bacterias en estado de esporas son muy resistentes y conservan su

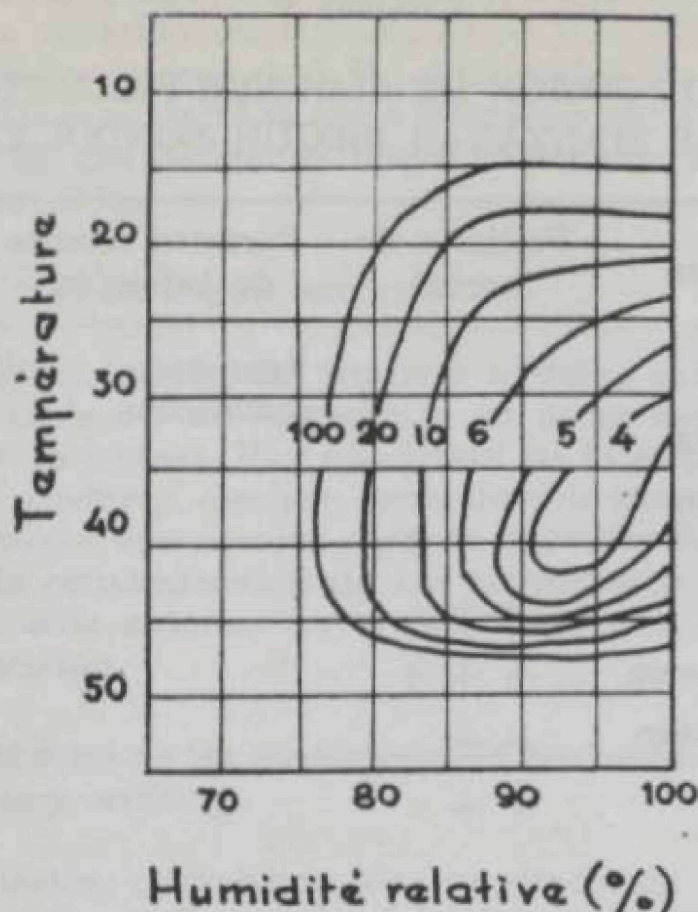


Fig. 17 Velocidad de germinación de esporos de *Aspergillus niger* en función de la temperatura e hidrometría del aire. Las cifras sobre cada curva corresponden al número de horas necesarias para la germinación a la temperatura y humedad correspondientes (según BONNER, cit. MORCEAU, 1957)

poder de germinación. Es sabido que las esporas previamente desecadas son capaces de sufrir sin perjuicio temperaturas próximas al cero absoluto. El frío no mata los gérmenes causantes de alteraciones. Pero obstaculiza su crecimiento o la acción de los microorganismos. El recalentamiento de los productos después de una permanencia más o menos prolongada en frío (0°C por ejemplo) estimula rápidamente el desarrollo de los mohos o de las podredumbres (fig. 18).

Unas temperaturas bajas inadecuadas sensibilizan a veces las frutas y verduras a los gérmenes de alteración. Mc COLLOCH (citado por ULRICH, 37) observa que los tomates, calabazas y pimientos conservados a 0°C son más sensibles a los ataques de la *Alternaria* que si se almacenan a una temperatura más elevada. TOMKINS (38) señala que por debajo de 10°C los tomates sufren modificaciones fisiológicas que favorecen la infección generalizada de la superficie de las frutas; en cambio, por encima de 10°C, la podredumbre se manifiesta únicamente en la región del caliz.

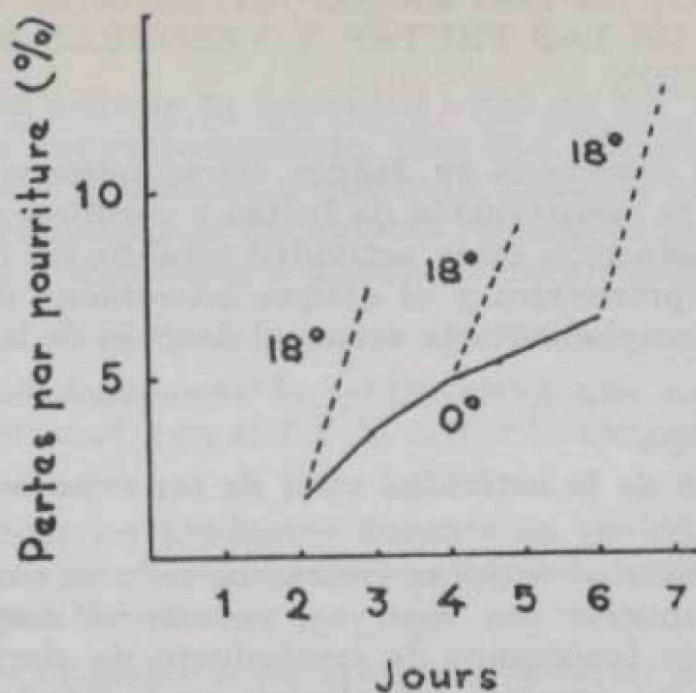


Fig. 18 Incremento de pérdidas por podredumbre de fresas, durante el paso de los frutos de 0° a 18°, de acuerdo con duración variable de estancia en régimen de frío (según SMITH, 1956)

Influencia de la composición de la atmósfera en oxígeno y gas carbónico

La disminución de la tensión de oxígeno no parece tener una influencia apreciable sobre la germinación y actividad de las esporas. PAULIN (39), en el curso de experimentos realizados con diversos hongos (*Penicillium*, *Gloosporium*, *Botrytis*, *Monilia*, *Trichothecium*) mantenidos a 12°C, observa un desarrollo de los gérmenes tan importantes en presencia de 3 % de oxígeno como en el aire. Ciertos hongos pueden crecer hasta en ausencia total de oxígeno. Sin embargo, unas concentraciones muy débiles de oxígeno, aunque suficientes para alejar cualquier peligro de fermentación, retrasan ciertos ataques fúngicos, por ejemplo en el caso de las manzanas, sin duda a causa de la acción de frenado ejercida en el envejecimiento de los productos.

Unos contenidos débiles del aire en gas carbónico estimulan a veces la germinación y el crecimiento de los hongos. Está sin embargo generalmente reconocido que fuertes dosis de gas (20 % o más) inhiben los mohos y podredumbres de las frutas y verduras (31). En sus experimentos, PAULIN comprueba que el 10 % de gas carbónico obstaculiza considerablemente el crecimiento de ciertas especies del género *Botrytis*, *Rhizopus*, *Trichotecium*, aunque no tengan prácticamente ninguna influencia sobre otras (ejemplo: *Penicillium exp.*).

3. IMPORTANCIA DE LOS DATOS ANTERIORES PARA LA CONSERVACION DE LAS FRUTAS Y VERDURAS MEDIANTE REFRIGERACION

De los datos anteriores se deduce cierto número de conclusiones importantes para la conservación de frutas y verduras en estado fresco. Conciernen a la reducción de la actividad vital de los órganos, la lucha contra la muerte prematura y el ataque microbiano de los productos, y la maduración complementaria eventual después de la conservación de los productos.

3.1. *La reducción de la actividad vital de los órganos.*

Conservar frutas o verduras frescas es reducir en primer lugar su actividad vital: ahorrar sus reservas, reducir el desprendimiento de calor, dificultar los fenómenos de crecimiento de ciertas verduras. La actividad vital de los órganos está directamente ligada a su intensidad respiratoria. Los datos del primer capítulo referentes a la respiración permiten enunciar los siguientes principios:

— La actividad respiratoria elevada de numerosas verduras o también la crisis climactérica importante de ciertas frutas, son una prueba de intensa actividad vital que costará reducir.

— La disminución de la temperatura, limitada al punto de congelación, es el factor esencial de la reducción de la respiración y en consecuencia de la actividad vital de los productos. El frío debe sin embargo ser utilizado con discernimiento: unas temperaturas bajas superiores al punto de congelación provocan en ciertas especies y variedades perturbaciones en la evolución de la respiración que se traducen en la aparición de perturbaciones metabólicas.

— Las bajas tensiones de oxígeno, así como el enriquecimiento en gas carbónico de la atmósfera pueden reforzar el efecto reductor del frío. La rarificación del oxígeno queda limitada por los riesgos de fermentación; ésta se manifiesta a partir de concentraciones más o menos bajas, según la especie y la temperatura. La acción del gas carbónico sobre la respiración de las frutas y verduras es variada: sólo ciertas especies pueden beneficiarse de un efecto depresivo.

En resumen, aparecen dos modos muy distintos de aplicación del tratamiento frigorífico: uno basado solamente en el empleo del frío, el otro, de uso más limitado, combina la acción frenadora del frío, de la rarificación del oxígeno y eventualmente del gas carbónico. Estos dos modos corresponden a lo que se llama respectivamente refrigeración ordinaria en el aire y refrigeración en atmósfera controlada.

3.2. *La lucha contra la muerte prematura y las alteraciones microbianas.*

No basta con reducir la actividad vital de las frutas y verduras para conservarlas convenientemente. Hay que impedir también que se produzca su muerte prematura o que sean atacadas por agentes microbianos. Del segundo capítulo de nuestro trabajo se pueden deducir los siguientes consejos destinados a disminuir los riesgos de accidentes de conservación:

— Elegir cuidadosamente la temperatura que mejor se adapte a cada especie o variedad, con el fin de evitar la congelación o las enfermedades del frío.

— No conservar los productos durante un período de tiempo exageradamente largo, ya que temperaturas bajas habitualmente toleradas pueden ser nocivas a la larga.

— Regular la humedad a un nivel conveniente: ni demasiado baja para reducir las pérdidas de turgencia e impedir el marchitamiento de los órganos, ni demasiado elevada para no favorecer el desarrollo de mohos o podredumbres.

— Hacer desaparecer en lo posible del medio de almacenaje las huellas de sustancias orgánicas volátiles desprendidas por las frutas o verduras, con el fin de impedir su acción nociva.

— Utilizar para la conservación en atmósfera controlada mezclas ($O_2 + N_2$) o ($O_2 + CO_2 + N_2$) de composición bien adaptada a la especie, variedad, temperatura y duración del almacenaje previsto. En caso contrario, los productos fermentan (privación exagerada de oxígeno), o sufren alteraciones debidas al exceso de gas carbónico.

— Tratar de evitar la infección microbiana tomando medidas de higiene en el campo o en la huerta, mediante precauciones durante la recolección, aplicando antisépticos, empleando locales y embalajes limpios, etc.

— Prever el modo de descubrir las contaminaciones por parásitos latentes.

3.3. *La maduración complementaria eventual de las frutas.*

A la salida del frío, las frutas no están a veces suficientemente maduras y deben ser objeto de una maduración complementaria. Ciertos datos fisiológicos que hemos recordado prueban que esta maduración complementaria debe efectuarse según las grandes reglas siguientes:

— Determinar la temperatura de maduración en función de la especie, variedad y duración del tratamiento frigorífico previo.

— No tratar de acelerar la velocidad de maduración aumentando la temperatura sin las debidas precauciones: en efecto, hacia las temperaturas superiores, existe una zona generadora de perturbaciones fisiológicas.

— Eventualmente, estudiar el empleo de coadyuvantes para estimular la evolución de las frutas: etileno o atmósfera sobreoxigenada.

Conclusiones

Tal como lo hemos indicado al comenzar este trabajo, existe un número muy importante de datos referentes a la fisiología de las frutas y verduras después de su recolección. Teníamos que elegir los principales. Nos ha parecido que un estudio, por breve que fuese, de la respiración y las alteraciones de las frutas y verduras en relación con los distintos factores del medio de almacenaje, podía poner de manifiesto los grandes principios de la refrigeración. Pero evidentemente son necesarios muchos otros datos fisiológicos para sacar el mejor partido posible del tratamiento frigorífico, particularmente los datos referentes a las condiciones de producción (suelo, clima, abono, etc.). Tendremos ocasión de concretar cuales son las principales reglas de aplicación práctica de la refrigeración en nuestra segunda conferencia.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BIALE, J. B.: *An. Review Plant Physiology*, 1950, 2, 186-206.
- (2) PENTZER, W. J. et HEINZE, P. H.: *An. Review Plant Physiology*, 1954, 5, 205-224.
- (3) ULRICH, R.: *An Review Plant Physiology*, 1958, 9, 385-416.
- (4) HANSEN, E.: *An Review Plant Physiology*, 1966, 17, 459-480.
- (5) ULRICH, R.: *Ind. Agric. Alim.*, 1965, 5, 403-412.
- (6) ULRICH, R.: *C. R. 12.^e Congrès Int. Froid*, Madrid, 1967 (en prensa).
- (7) FIDLER, J. C.: *C. R. Symposium d'ATHENES*, 1966, Bull. Inst. Int. Froid, Annexe 1966, 6, 141-155.
- (8) PLATENIUS, H.: *Plant Physiology*, 1942, 17, 179-197.
- (9) BIALE, J. B.: *Handbuch der Pflanzenphysiologie de Ruhland*, 1960, XII/2, 536-592.
- (10) FORWARD, D. F.: *Handbuch der Pflanzenphysiologie de Ruhland*, 1960, XX/2, 234-258.
- (11) FIDLER, J. C. et NORTH, C. J.: *The Journ. Hort. Sci.*, 1967, 42, 189-206.
- (12) EAKS, I. L. et MORRIS, L. L.: *Plant Physiology*, 1956.
- (13) THORNTON, N. C., cité par STILES, W.: *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, 1960, XII/2, 308-324.
- (14) YOUNG, R. E., ROMANf, R. J. et BIALE, J. B.: *Plant Physiology*, 1962, 37, 416-422.
- (15) FIDLER, J. C. et NORTH, C. J.: *Bull. Inst. Int. Froid*, Réunion Commission 4 et 5, Bologne 1966, Annexe 1966-1, 93-100.
- (16) MARCELLIN, P., LEBLOND, C. et PAULIN, A.: *C. R. VII.^e Congrès Int. Nutrition*, Ham-bourg, 1966 (en prensa).

- (17) ULRICH, R.: *C. R. XII.* Congrès Int. Froid*, Madrid, 1967 (en prensa).
- (18) GANE, R.: *New Physiologist*, 1937, **36**, 170-178.
- (19) FIDLER, J. C.: *C. R. VII.* Congrès Int. Botan.*, París, 1954, Sect. 11 et 12, 392-394.
- (20) KIDD, F. et WEST, C.: *Plant Physiology*, 1945, **20**, 467.
- (21) PLANK, R.: *Planta*, 1942, **32**, 364-390.
- (22) ULRICH, R.: *Bull. Soc. Franc. Physiol. Veg.*, 1961, 144-154.
- (23) SMITH, W. H.: *Nature*, 1947, **159**, 541.
- (24) KIDD, F. et WEST, C.: *Gt Brit. Dept. Sci. and Ind. Res. Food Invest. B. Rpt* (1934), 1935, 111-117.
- (25) GAC, A.: *These Ing. Doct.*, Sorbonne Paris, 1955, 201 pp.
- (26) ULRICH et PAULIN, A.: *Rev. Gen. Froid*, 1954, **31**, 1163-69 et 1956, **33**, 339-42.
- (27) SCOTT, K. J. et ROBERTS, E. A.: *Austr. Journ. Exp. Agric. and Anim. Husbandry*, 1967, **7**, 87-90.
- (28) PLATENIUS, H.: *Plant Physiology*, 1943, **18**, 671-684.
- (29) PARSONS, C. S. et GATES, J. E. et SPALDING, D. H.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1964, **84**, 549-556.
- (30) LIPTON, W. J.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1965, **86**, 347-356.
- (31) SMITH, W. H.: *Adv. Food Res.*, 1963, **12**, 95-146.
- (32) LIPTON, W. J., HARRIS, C. M. et CONEY, H. M.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1967, **91**, 857-859.
- (33) FIDLER, J. C.: *The Institute of Refrigeration*, session 1964-65.
- (34) WORKMAN, M.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1963, **83**, 126-138.
- (35) BONDoux, P.: *Bull. Techn. Inform. Ing. Serv. Agric.* 1963, n.º 79, 15 pp.
- (36) MOREAU, C., MOREAU, M., BOMPEIX, G. et MORGAT, F.: *Fruits*, 1966, **21**, 467-487.
- (37) ULRICH, R.: *Proc. XVII.* Congrès Int. Hort.*, Washington, 1967, 471-494.
- (38) TOMKINS, R. G.: *The Journ. Hort. Sci.*, 1963, **38**, 335-347.
- (39) PAULIN, A.: *Rev. Gen. Froid*, 1966, **1**, 59-70.

Tratamiento Frigorífico de frutas y productos vegetales perecederos

por P. MARCELLIN

Subdirector de la Estación Experimental de
Biología Vegetal de Bellevue, del C. N. R. S.

El tratamiento frigorífico de frutas y verduras corresponde a tres métodos de conservación muy diferentes: la refrigeración, la congelación y la liofilización. Dado que el tema es muy extenso, nos limitaremos al caso de la refrigeración.

La refrigeración es opuesta a otros métodos por que permite conservar las frutas y verduras en estado vivo. Tiene por fin retardar el proceso de envejecimiento, evitando la muerte prematura de los órganos así como las alteraciones microbianas. En la precedente exposición hemos intentado separar, partiendo de algunos datos fisiológicos, los principios generales para aplicación de la refrigeración. Desde un punto de vista más práctico, veremos ahora las modalidades de aplicación en el transporte o en el almacenamiento por largo tiempo. Podemos presentar esta vista de conjunto distinguiendo dos métodos de utilización de la refrigeración: la refrigeración ordinaria en el aire y la refrigeración en atmósferas especiales.

1. REFRIGERACION ORDINARIA EN EL AIRE

La refrigeración en el aire de frutas y verduras se realiza habitualmente a temperaturas entre los 0° y 12°C. Para obtener el mayor beneficio del empleo de la técnica, se necesita tener en cuenta al principio la aptitud de los productos para el tratamiento frigorífico, proceder a veces, a un embalaje o emplear tratamientos preliminares destinados a mejorar su conservación posterior, enfriar rápidamente los productos a fin de transportarlos o almacenarlos en condiciones de «climat» óptimas.

1.1. *Aptitud de los productos para el tratamiento frigorífico.*

La elección de la variedad es fundamental. Ciertas variedades de frutas y verduras son menos aptas que otras para el tratamiento frigorífico, casi siempre debido a su mayor sensibilidad a los trastornos fisiológicos. Un caso típico es el de las manzanas: las variedades de origen europeo, muy sensibles al frío, no pueden almacenarse a 0°C contrariamente a otras variedades de origen americano. El período de vida del órgano vegetal, que se termina en la recolección, tiene influencia sobre la evolución posterior de las frutas y hortalizas en el curso de la refrigeración. Los factores ecológicos (suelo y Climat), fisiológicos (edad de los árboles, injertos, abundancia de la recolección, etc...), agrotécnicos (abonos con estiércol, tratamientos antiparasitarios, y anti-criptógamos, modos de cultivo, etc...) tienden a evitar o, al contrario, a favorecer la aparición de accidentes fisiológicos o microbianos durante la conservación. Está admitido generalmente, que la sequía y la insolación en el curso de las últimas semanas en la huerta son favorables al tratamiento frigorífico de los frutos, y que el exceso de agua (lluvias, riego) es, por el contrario, perjudicial. En lo que concierne a los abonos, potasio, fósforo, boro en dosis convenientes, favorecen la conservación; el exceso de boro o nitrógeno es perjudicial. La enfermedad de almacenamiento de la mancha amarga. (*BITTER PIT*) de las manzanas va ligada a un desequilibrio de abono mineral entre Ca, Mg y K principalmente (1).

Los frutos destinados a la refrigeración deben recolectarse en un estado óptimo de madurez. Si se cogen demasiado pronto maduran mal, y a veces se ajan más fácilmente o padecen diversas enfermedades fisiológicas; cogidas demasiado tarde, están sujetos a pardeamientos superficiales o internos, a alteraciones fúngicas frecuentes o maduración precoz. En la práctica se recurre a un buen número de pruebas para intentar apreciar el estado conveniente para la puesta en frío. Los test propuestos son numerosos y se refieren a la determinación de diversos caracteres: Morfología externa (forma, color...), propiedades mecánicas de los tejidos (resistencia de la carne a la presión) propiedades químicas de los tejidos y de los zumos (tenencia de almidón, relaciones químicas, extracto seco-acidez, azúcares-acidez), propiedades fisiológicas (edad fisiológica, intensidad respiratoria).

La selección y calibrado eventual de los productos permitirá separar los frutos cuyo estado sanitario sea deficiente y escoger aquellos cuyo tamaño sea compatible con una buena conservación.

1.2. *Pre-embalaje y tratamientos preliminares destinados a mejorar la conservación posterior.*

El empleo de embalajes de material plástico y tratamientos inhibidores de algunos accidentes de conservación y las radiaciones ionizantes

se realizan a veces inmediatamente antes del transporte o almacenamiento, para mejorar el comportamiento ulterior de los frutos o verduras en régimen de frío.

Los embalajes de material plástico

Muchas películas plásticas presentan una permeabilidad muy débil al vapor de agua y son susceptibles, bajo formas de embalaje variadas (sacos o bolsas, forros de cartones o cajas, etc.), de reducir las pérdidas de peso y turgencia de frutos y legumbres frescas. Pero para evitar posibles sinsabores, estas envolturas deben usarse racionalmente. Debe procurarse primero, una aireación suficiente para los productos embalados y el cuadro siguiente muestra las perforaciones recomendadas para el embalaje de algunos productos en saco de polytileno.

CUADRO I

EJEMPLOS DE CONDICIONES DE AIREACION RECOMENDADAS PARA EL EMBALAJE DE ALGUNOS PRODUCTOS EN SACOS DE POLYETILENO (2)

Especies	Peso (libras)	Diámetro de agujeros	Número
Naranjas	4—5	$\frac{1}{4}$ pulgada	64 a 80
Manzanas	4—5	$\frac{1}{4}$ pulgada	16 a 32
Patatas	5—10	$\frac{1}{4}$ pulgada	32 a 64
Cebollas	3—4	$\frac{1}{4}$ pulgada	24 a 32

Por otra parte, la colocación en el embalaje necesita precauciones térmicas para evitar en los paquetes la condensación de agua, favorable al desarrollo de la putrefacción o enmohecimiento. Se comprende, por ejemplo, que si los productos son más cálidos que la envoltura, el agua va a destilar de los tejidos hacia esta envoltura que se cubrirá de finas gotas.

TRATAMIENTOS INHIBIDORES DE ALGUNOS ACCIDENTES DE CONSERVACION

Se utilizan algunos productos químicos para reducir el peligro de enfermedades fúngicas o fisiológicas o bien para entorpecer la germi-

nación de algunas hortalizas. El tratamiento químico contra la putrefacción de los agrios que se emplea con más frecuencia es orto-fenil fenol, difenilo, borax, etc., y para las uvas el anhídrido sulfuroso. Recordemos que las sustancias antisépticas se aplican de diferente manera (remojo, pulverización, incorporación al papel de embalaje...) y que su utilización está regulada por los reglamentos propios de cada país. La protección de las manzanas o de las peras contra la grave enfermedad fisiológica de la escaldadura puede intentarse remojando la fruta en una solución hidro-alcohólica de difenilamina o etoxiquina. La difenilamina es eficaz también para la pulverización de los árboles antes de la recolección o para incorporarla en el embalaje. El tratamiento preliminar de las patatas con el ester metílico del ácido naftaleno acético evita la germinación de los tubérculos durante varios meses de almacenaje. La aspersión de las patatas, cebollas y zanahorias con una solución de hidrácida maleica, también inhibe los fenómenos de crecimiento parasitario durante su conservación.

Se recomienda una inmersión de corta duración (naranjas, melocotones, manzanas) en agua caliente (45-55°C) antes de su conservación a fin de reducir los riesgos de alteraciones fúngicas (3).

Tratamiento por radiaciones ionizantes

La irradiación de los productos vegetales por medio de ondas electromagnéticas (rayos γ) o de flujos de electrones (rayos catódicos y β) puede aplicarse antes de la refrigeración a los frutos frágiles (fresas, melocotones, agrios, uvas, etc.) para destruir el moho de la superficie. La dificultad del tratamiento reside en que las dosis letales de radiaciones para los microorganismos ocasionan a menudo una degradación más o menos importante de los caracteres organolépticos de los frutos. Solamente puede esperarse practicar en los casos más favorables una «radio-pasteurización». Las diversas especies de hongos tienen distintas sensibilidades a las radiaciones ionizantes. La sensibilidad del *Glocosporium album* y del *Botrytis cinerea* es muy débil (4).

El tratamiento reviste interés particular para inhibir el crecimiento de las yemas de tubérculos de patata o de bulbos de cebolla. En este caso, en efecto, se requieren dosis relativamente débiles de radiaciones que no deben alterar la calidad comercial de los artículos (5).

1.3. Prerrefrigeración.

Es indispensable enfriar lo más rápidamente posible los frutos y verduras en vista a su conservación. En ciertos casos, el descenso rápido de la temperatura se efectúa en los almacenes frigoríficos. En otros, la operación se realiza en condiciones particulares muy distintas de la conservación propiamente dicha: es lo que se llama la prerrefrigeración.

La prerrefrigeración es una regla corriente en materia de transporte de frutas o legumbres frágiles (fresas, melocotones, cerezas, lechugas, apios, espárragos, judías verdes, coliflores, etc.). Presenta la ventaja de reducir la fase cálida durante la cual el producto respira activamente, se calienta, pierde su valor nutritivo y tiende a degradarse muy deprisa (marchitamiento, vejez y putrefacción).

Se aplica de diversas maneras: los artículos pueden refrigerarse antes de la carga en vehículos de transporte o después de la carga. En el primer caso, los productos se refrigeran bien en una corriente de aire frío, en contacto con agua helada o bien al vacío («vacuum cooling»). El enfriamiento rápido en los vehículos se obtiene por insuflación de aire frío o, después de cargar hielo, por una ventilación forzada.

La prerrefrigeración al vacío (6) se utiliza, por ejemplo, para ensaladas, espárragos, espinacas, etc. Recordemos que el principio consiste en vaporizar en vacío una pequeña parte del agua de los productos; se admite que la evaporación de alrededor de 1 % de esta agua debe ocasionar un descenso de la temperatura de 6°C. La rapidez del descenso de la temperatura depende, en particular, de la configuración geométrica de los órganos, de su estructura así como del tipo del embalaje. Desde el punto de vista del sostenimiento de la calidad de los productos, la prerrefrigeración al vacío presenta las ventajas siguientes: rapidez del enfriamiento a fondo de los paquetes y eliminación de la acción mecánica perjudicial ejercida por el hielo.

1.4. *Condiciones óptimas de conservación.*

Para realizar la refrigeración de frutos o de verduras en las mejores condiciones y, en particular, conseguir la duración máxima de conservación, es preciso escoger con cuidado la temperatura de almacenamiento y la humedad del aire, efectuar una aireación conveniente de la atmósfera y, eventualmente, su purificación.

Elección de la temperatura y de la humedad.

La temperatura tiene una importancia capital. De una manera general, debe escogerse en función de la sensibilidad de la especie o de la variedad, al frío. En el caso particular de la fruta, la elección puede depender también del estado de los productos deseado al fin de la refrigeración (fruta madura o verde), de la calidad deseada (particularmente, sabor).

Los cuadros II y III contienen algunos ejemplos de temperaturas tomadas de ULRICH y FIDLER preconizadas para el almacenamiento prolongado de diferentes frutas y verduras.

CUADRO II

EJEMPLOS DE TEMPERATURAS RECOMENDADAS PARA LA CONSERVACION PROLONGADA DE DIFERENTES FRUTOS

Especie	Temperatura °C		Duración máxima aproximada de almacenaje
Albaricoques	—	0,5° 0°	1 a 3 semanas
Plátanos		11,5° 14°	10 a 20 días
Cerezas	—	1° 0°	10 a 14 días
Limones		12° 14°	1 a 4 meses
Fresas	—	0,5° 0°	7 a 10 días (a veces más)
Naranjas		2° 4,5°	1 a 4 meses
Melocotones	—	0,5° 0°	2 a 6 semanas
Peras	—	1° 0°	1 a 3 meses (a veces más)
Manzanas	—	1° 4°	3 a 6 meses
Ciruelas	—	0,5° 0°	2 a 4 semanas
Uvas	—	1° 0°	2 a 6 meses
Tomates		10° 11,5°	1 a 3 semanas

CUADRO III

EJEMPLOS DE TEMPERATURA RECOMENDADA PARA LA CONSERVACION PROLONGADA DE DIFERENTES VERDURAS

Especie	Temperatura °C		Duración máxima aproximada de almacenaje
Alcachofa		0°	3 a 4 semanas
Espárragos		0°	2 a 4 semanas
Zanahoria (amarilla)		0°	1 a 2 semanas
Zanahoria (normal)		1°	4 a 6 meses
Apio		0°	1 a 3 meses
Col (var. europea)		0°	2 a 4 meses
Coliflor		0°	3 a 5 semanas
Pepino	10°	11,5°	7 a 10 días
Espinacas		0°	10 a 14 días
Judías verdes		3,5°	10 a 20 días
Cebollas	— 1°	0°	6 meses
Guisantes (en vaina)	— 0,5°	0°	1 a 2 semanas
Patatas (nuevas)	3°	4°	2 a 3 semanas
Patatas (normal)	4,5°	6°	4 a 8 meses
Ensalada (lechuga)		0°	1 a 2 semanas
Tomate	10°	11,5°	1 a 3 semanas

La humedad relativa del aire deberá ser regulada, en general, entre 0,85 y 0,90. Para algunas legumbres (ensaladas, apio, zanahoria, col, alcachofas, pepino, etc.) se recomienda una humedad un poco más elevada de 0,90 a 0,95). Excepcionalmente, se aconseja una atmósfera más seca en el caso de las cebollas (H. R.: 0,65 a 0,70).

La obtención de una atmósfera suficientemente húmeda se facilita por el empleo de embalajes en material plástico, recubriendo las pilas de cajas por toldos de polyetileno, por humidificación de la atmósfera o por instalación del tipo «Jacket system». Hay que evitar una humedad excesiva a fin de reducir el peligro de putrefacciones y enmohecimientos, así como la aparición de ciertos trastornos fisiológicos (pardeamiento interno, desarrollo incompleto del sabor y del perfume...).

Aireación y Purificación de la atmósfera

Es indispensable una aireación suficiente, pero no exagerada, de la atmósfera, para homogeneizar lo mejor posible el climat del almacenaje. La fruta y la verdura desprenden, en efecto, calor, vapor de agua, gas carbónico y sustancias orgánicas volátiles, cuya acumulación en el seno del stock es susceptible de perjudicar la calidad de los productos. La agitación del aire al contacto de cada órgano debe facilitarse por un plan de engavillado racional y embalajes adecuados.

La purificación química del aire se tiene en cuenta, a menudo, para luchar contra la acumulación, en el medio de conservación, de débiles dosis perjudiciales, de gas o de vapores, para la evolución normal de algunos productos en el frío.

Este es el caso de los constituyentes odorantes (esters, por ejemplo) que se les supone responsables de la enfermedad de la escaldadura de las manzanas y de las peras. Una simple renovación del aire, es una solución que se usa frecuentemente, pero es costosa; se recomienda también la depuración de la atmósfera por filtros de carbón activo o por una pulverización de agua (sistema Thor) (7).

La purificación microbiológica también puede realizarse por medio de tratamientos antisépticos autorizados, a fin de impedir la infección de los locales, embalajes o productos vegetales por gérmenes procedentes de órganos enfermos.

2. LA REFRIGERACION EN ATMOSFERAS ESPECIALES

Diferentes atmósferas de composición bien definida se emplean para mejorar las condiciones de la refrigeración ordinaria en el aire, bien durante el almacenamiento, o bien durante el transporte. Estas refuerzan los efectos del frío contra la caducidad de los productos o contra las alteraciones parasitarias; permiten, además, reducir los riesgos de la aparición de ciertos trastornos fisiológicos.

Los tipos de atmósfera preconizados son variados según los fines a conseguir y los productos tratados. Examinaremos su empleo en función de sus condiciones prácticas de utilización.

2.1. Cámaras estancas destinadas al almacenaje en atmósfera controlada.

La conservación prolongada de ciertas variedades de manzanas o de peras se efectúa corrientemente, hoy, en cámaras frías estancas, especialmente equipadas para mantener la fruta en una atmósfera convenientemente empobrecida de oxígeno y enriquecida (eventualmente) de gas carbónico. Este es el método llamado de almacenaje en atmósfera controlada (o «gas storage»)

Composición de la atmósfera de las cámaras

La composición de la atmósfera mantenida en las cámaras varía según los países y, en particular, según las variedades. Pero las diferentes mezclas ($O_2 + CO_2 + N_2$) aconsejadas pueden clasificarse en tres categorías diferentes, a saber:

— Tipo I. Mezclas relativamente ricas en oxígeno y más o menos enriquecidas en gas carbónico, tales como:

Conc. O_2 + Conc. CO_2 = 21 % aproximadamente (Ejemplo: 16 % de O_2 y 5 % de CO_2 ó 12 % de O_2 y 9 % de CO_2).

— Tipo II. Mezclas muy pobres en oxígeno (2 a 4 %) y moderadamente enriquecidas de gas carbónico (5 a 7 % como máximo aproximadamente). (Ejemplo: 3 % de O_2 y 5 % de CO_2).

— Tipo III. Mezclas muy pobres en oxígeno (2 a 3 %) y muy pobres en gas carbónico (0 a 2 %).

Las atmósferas del Tipo I ejercen una acción de freno sobre la maduración debida, esencialmente a la presencia del gas carbónico. Se reprocha a estas mezclas de favorecer, a veces, el desencadenamiento de ciertos trastornos fisiológicos (escaldadura, pardeamiento debidos al gas carbónico tales como «corazón pardo»). El grado de gas carbónico está limitado a 10 % en los casos más favorables. Las atmósferas del Tipo II conjugan, por el contrario, los efectos de freno sobre la maduración, del empobrecimiento de oxígeno y del enriquecimiento de gas carbónico. Se le reconoce también la ventaja de disminuir los peligros de escaldadura. Las mezclas del Tipo III no actúan más que por la sola rarefacción del oxígeno. Su empleo está recomendado para variedades de manzanas muy sensible a la enfermedad del «core flush» cuya apa-

rición está favorecida por la presencia del gas carbónico.

La estanqueidad de las cámaras

Los medios considerados para realizar y controlar la estanqueidad de las cámaras se estudia en otro informe. Nosotros nos limitaremos a recordar que la estanqueidad de los locales no es, solamente función del grado de oxígeno o de gas carbónico a obtener, sino de muchos otros factores (respiración del stock de fruta, funcionamiento de la instalación frigorífica, presión barométrica, etc.). En particular, ésta debe ser tanto mejor, cuanto más baja sea la temperatura de almacenaje en la cámara menos cargada.

Puesta a punto de la atmósfera

Inmediatamente después de la carga y enfriamiento rápido de los frutos, la cámara se cierra. El aire interior, bajo el efecto de la respiración de los productos, se empobrece en oxígeno y enriquece en gas carbónico. Cuando la concentración de gas carbónico y oxígeno se ha conseguido, entran en acción los dispositivos estabilizadores correspondientes.

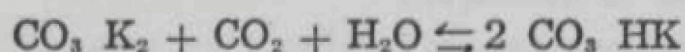
En los casos de mezclas del Tipo II y del III, se pueden emplear diferentes procedimientos para acelerar la «vuelta de oxígeno» al principio del almacenaje. Se utiliza, por ejemplo, una inyección de Nitrógeno procedente de botellas de gas comprimido o líquido, o de generadores especiales (quemadores catalíticos del Tipo Tectrol o Arcat) de los cuales se hablará más adelante.

— Estabilización de la atmósfera

Cuando se ha obtenido el grado necesario de gas carbónico o de oxígeno, se recurre a diversos procedimientos para mantenerlos constantes, a despecho de los efectos perjudiciales ejercidos por la respiración de la fruta. En el caso de las atmósferas del tipo I, la estabilización simultánea de las concentraciones en oxígeno y gas carbónico se obtiene por una simple aireación cuidadosa y periódica de la cámara. En lo que concierne a las mezclas del tipo II ó III, el mantenimiento de la atmósfera está asegurado de manera más complicada. Existen tres categorías muy distintas de sistemas reguladores: el sistema que combina el empleo de un lavador de gas carbónico y de una cuidadosa aireación, las baterías de difusión y los generadores de atmósfera.

En las instalaciones equipadas con el primer sistema de estabilización, se hace circular en circuito cerrado en el lavador (o «scruber») una parte de la mezcla gaseosa de la cámara, desde que la cantidad de

gas carbónico contenida en ella se eleva por encima del valor fijado, hasta la eliminación del gas carbónico en exceso. La operación se repite tantas veces como sea necesario. Por otra parte, se utiliza de cuando en cuando el tubo aireador para estabilizar lo mejor posible el grado de oxígeno que tiende continuamente a descender. En principio, las intervenciones concernientes al gas carbónico y al oxígeno son independientes; de hecho, la fijación periódica del gas carbónico excedente ocasiona obligatoriamente una entrada de aire, que puede complicar las operaciones de reglaje. Se han concebido diferentes sistemas fijadores del gas carbónico. Los más interesantes, en la hora actual son los absorbentes químicos de cal hidratada, de etanolamina, carbonato de potasa, depuradores físicos de agua, de zeolitos o de carbón activo. La ventaja de los lavadores de cal es la de utilizar un material absorbente barato, pero no regenerable y cuyo grado de absorción disminuye muy rápido en función de los grados de carbonatación y depende mucho de la velocidad de circulación de la mezcla gaseosa. Los otros tipos de aparatos utilizan, por el contrario, productos que retienen el gas carbónico de manera reversible: por lo tanto su capacidad de fijación es regenerable. La etanolamina, bajo forma de trietanolamina (sistema HALL) (8) o de dietanolamina (sistema BONOMI) (9) tienen un gran poder de absorción: con excepción de la cal, este es el solo absorbente utilizado hasta aquí, parece ser que para asegurar el mantenimiento en las cámaras, de las mezclas muy pobres en gas carbónico (Tipo III). Las instalaciones de etanolamina contienen una torre de regeneración de acero inoxidable pues los vapores corroen los metales ferrosos, su funcionamiento exige un gasto de energía apreciable (regeneración a 100°-105°C, enfriamiento de los gases calientes y condensación de los vapores de etanolamina). El funcionamiento de los lavadores a carbonato de potasa (10) se basa en la reacción de equilibrio:



Después de la carbonatación (sentido de la reacción hacia la derecha), el licor de carbonato de potasa se reforma por simple aieración (sentido de la reacción hacia la izquierda). En el dispositivo *Sulzer*, hay dos compartimentos, uno de absorción y otro de regeneración, funcionando simultáneamente y separados por una cuba compensadora central: la solución carbonatada es enviada de esta cuba hacia las dos unidades precedentes a través de trompas, asegurando por aspiración la circulación de la mezcla gaseosa que viene de la cámara y la del aire fresco exterior en los compartimentos respectivos. Se aprovechan también, las propiedades disolventes del agua para fijar el gas carbónico (11). El lavador a agua es barato, limpio, de un empleo cómodo y, al contrario del gas carbónico, elimina de la cámara ciertas cantidades de

productos volátiles orgánicos que pueden perjudicar la conservación. Ofrece, sin embargo, el inconveniente de introducir un poco de oxígeno, disuelto en el agua, en la cámara y, además, el agua obligatoriamente cargada de sales (temperatura 0°C) tiene el peligro de atacar los metales cuando contiene gas carbónico. Otros dos tipos de aparatos han aparecido recientemente en el dominio industrial: los absorbedores a zeolitos y a carbones activos. La instalación a zeolitos de la Sociedad Francesa de AIR LIQUIDE se compone de dos absorbedores funcionando alternativamente según un ciclo determinado, uno en desecación y descarbonatación, el otro en regeneración por calentamiento. Antes de su vuelta a la cámara fría, la mezcla depurada es rehumedecida. Los zeolitos, como los carbones activos son susceptibles de desembarazar el medio de almacenamiento de ciertas sustancias odorantes. El poder de absorción de los carbones frente al gas carbónico es regenerable a la temperatura ordinaria. Sólo la desabsorción de los constituyentes odorantes retenidos por los carbones exige un calentamiento. Un procedimiento original de estabilización de la atmósfera ha sido puesto a punto en el laboratorio (12). Se trata de una batería de difusión, llamada cambiador-difusor, que utiliza las propiedades de permeabilidad selectiva a los gases de las membranas de elastómeros de siliconas (las dimetil-poly-siloxanas). Esta mezcla de gases que proviene de la cámara atraviesa de continuo y lentamente (consumo del orden de 300 l/t/h) el compartimento de difusión cuyas paredes están hechas de un material muy poroso con una capa muy fina de elastómero. La permeabilidad de estas paredes para la difusión del gas carbónico, del oxígeno y del nitrógeno está establecida para obtener la composición deseada de la atmósfera de almacenamiento.

Es independiente de la temperatura, al menos en las condiciones de empleo de los aparatos, y puede reglarse a voluntad actuando sobre la superficie de la membrana. En los aparatos industriales de la Sociedad S.O.F.I.L.T.R.A. (13), se ha variado la superficie poniendo en servicio un número variable de elementos de difusión que son simples sacos de tela impregnada de caucho de silicona. Los cambiadores-difusores presentan un cierto número de ventajas: reglaje automático y simultáneo del oxígeno y del gas carbónico, eliminación de una gran proporción de los productos odorantes de las cámaras, ningún consumo de producto alguno y muy poco consumo de energía.

Se puede utilizar también para estabilizar la atmósfera los diferentes sistemas generadores de nitrógeno (14) que sirven para acelerar la puesta en régimen gaseoso. La inyección de nitrógeno comprimido o líquido no parece tener utilidad práctica en este campo. Por el contrario, ciertas instalaciones industriales utilizan, al menos de manera periódica, los quemadores catalíticos. Los aparatos, circuito abierto del tipo *Tectrol* o de circuito cerrado del tipo *Arcat* están acoplados a un sistema con-

vencional de lavador de gas carbónico. Los quemadores sirven, esencialmente, para la puesta en régimen y posteriormente para paliar algunos defectos de estanqueidad de las cámaras. Un funcionamiento muy continuado de los quemadores de propano no es conveniente, porque impelen en el almacén rastros de propano y de diversos gases de combustión.

2.2. *Unidades de capacidad media o pequeña destinadas al almacenamiento o al transporte en atmósfera especial.*

El almacenamiento en atmósfera convenientemente empobrecida de oxígeno y enriquecida en gas carbónico no se practica siempre en cámaras estancas de gran capacidad; a veces se efectúa en almacenes frigoríficos ordinarios gracias al empleo de embalajes apropiados. Aun, se pueden utilizar embalajes especiales para mantener ciertos frutos, en el curso de su refrigeración, en un medio antiséptico. En fin, artículos frágiles se transportarán bajo un régimen de frío, en atmósfera artificial (aire y gas carbónico, nitrógeno) con la ayuda de continentes estancos, de capacidad diversa y convenientemente equipados.

2.2.1. *Los embalajes para el almacenamiento en atmósfera convenientemente empobrecida de oxígeno y enriquecida en gas carbónico*

Se han propuesto diferentes fórmulas, a saber: recipientes estancos provistos de orificios calibrados, sacos de material plástico con absorbente de gas carbónico incorporado, embalajes fisiológicos y unidades provistas de ventanas de difusión.

— Recipientes estancos provistos de orificios calibrados

Encerrando la fruta o la verdura en recipientes metálicos provistos de orificios calibrados, se puede esperar limitar convenientemente, por la acción de la respiración de los productos y los cambios gaseosos a través de las perforaciones de las paredes, el enriquecimiento en gas carbónico y el empobrecimiento en oxígeno del medio de conservación. Estudios hechos, especialmente en Inglaterra (15), prueban que el procedimiento es aplicable a diversas variedades de manzanas o de peras, así como a diferentes legumbres (guisantes, zanahorias, remolachas, etc.). Los orificios están calculados para obtener en frío un enriquecimiento en gas carbónico que, en la mayor parte de los casos, no debe sobrepasar del 6 al 8 %.

— *Sacos de material plástico con absorbentes de gas carbónico incorporados*

En el sistema precedente, el grado de enrarecimiento del oxígeno está casi compensado por el del enriquecimiento del gas carbónico (mezclas próximas al tipo I). Cuando se quiere conseguir en los recipientes un enrarecimiento extremo en oxígeno, limitando la acumulación del gas carbónico respiratorio o hasta impidiéndolo (mezclas de tipo II o III), se encierra un absorbente de gas carbónico. Este sistema ha sido aconsejado para el almacenamiento de manzanas por medio de un saco estanco de una capacidad de 20 kg, aproximadamente, hecho de hojas de *Mylar*, provisto de un orificio aireador y encerrando un sobre de cal hidratada (16). La concentración en gas carbónico obtenida está regulada por el número de perforaciones practicadas en el saquito. Siete agujeros de alfiler aseguran, por ejemplo, un contenido de 4 a 7 % en el curso de la conservación de las manzanas Golden Delicious a 0°C. Eventualmente, se coloca en el interior de la unidad cloruro de calcio para evitar una humedad demasiado fuerte. El procedimiento se ha empleado también bajo la forma de embalajes variados para el transporte de manzanas, naranjas, lechugas (17) o plátanos (18).

— *Embalajes fisiológicos*

El almacenamiento de manzanas o de peras en atmósferas de Tipo II puede hacerse en embalajes desprovistos de toda perforación y sin absorbente de gas carbónico. Se aprovechan las propiedades de permeabilidad selectiva, para la difusión de los gases, de envolturas finas de polietileno. Este es el caso del embalaje fisiológico (19) puesto a punto en el laboratorio. Se presenta como una simple bolsa de polietileno formando un tubo cilíndrico; la fruta se dispone en filas apretadas. En principio, su número puede ser cualquiera; en la práctica, se realiza por unidades de 1 kg. El cierre, después de llenos, debe ser hecho por medio de soldadura en caliente, de manera perfectamente estanca. La particularidad esencial de los embalajes fisiológicos reside en sus características de permeabilidad al gas carbónico y al oxígeno. En el transcurso del almacenaje en frío (0°-4°C) o incluso a temperaturas frescas (8-10°C), se obtiene automáticamente una atmósfera interna de composición relativamente estable, encerrando 2 a 4 % de oxígeno y de 3 a 6 % de gas carbónico.

— *Los sacos en material plástico con ventana de difusión*

El principio del embalaje fisiológico ha sido aplicado a unidades que puedan contener varias decenas y hasta centenas de kilos de manzanas

o de peras (20). Los cambios difusivos de oxígeno y de gas carbónico están limitados a una parte de las paredes, a través de una ventana de difusión hecha de tejido impregnado de elastómero de siliconas. La fórmula más corrientemente aconsejada en la práctica es adaptable al sistema de engavillado por paletes. La pila de cajas (300 a 500 kg de fruta) está encerrada en un gran saco de polietileno espeso y estanco. Este se ata y cierra perfectamente sobre las cajas. Se suele colocar un pequeño tubo equilibrador de las presiones externa e interna para evitar la contracción de las paredes del saco bajo el vacío parcial, que tiende a instalarse en la célula durante la conservación.

2.2.2. *Embalajes antisépticos*

La utilización de gas sulfuroso para la conservación de las uvas es muy incómodo bajo la forma de fumigaciones o de inyecciones repetidas: demasiado a menudo las dificultades de homogeneización de la atmósfera son responsables de la decoloración de algunos racimos debido a la acción de concentraciones demasiado fuerte. Para paliar estos inconvenientes, se ha intentado tratar las uvas con la ayuda de embalajes a los que se incorpora pastillas de metabisulfito. Pero el producto se agota muy deprisa y el desprendimiento de anhídrido es muy variable, con el riesgo de que sea demasiado intensa al principio e insuficiente más tarde. Se ha estudiado en laboratorio un dispositivo que permita regularizar el desprendimiento de gas sulfuroso y hoy día se ha aplicado a escala industrial (21). Se trata de una bolsa-generadora en polietileno, encerrando metabisulfito de potasio en solución acuosa. La permeabilidad de la envoltura de polietileno está determinada para obtener por difusión un desprendimiento lento y regular de antiséptico. Las bolsas regeneradoras se colocan en contacto de los racimos y entre ellos, en embalajes de 4 a 5 kg. Estos últimos, destinados a luchar contra la desecación de los tallos de las uvas, están constituidos por películas de materia plástica (polietileno, por ejemplo) y muy perforados para asegurar una buena aireación. En estas condiciones, se mantiene, durante toda la duración de la conservación, el contenido de gas sulfúrico de un valor aproximado de 100 ppm, suficiente para impedir el desarrollo de mohos sin afectar la calidad de las uvas.

2.2.3. *Continentes más o menos estancos para el transporte*

El transporte de la fruta o de la verdura, en atmósfera artificial, no ha conocido hasta aquí más que un limitado desarrollo. En el momento actual se alcanzan grandes progresos gracias a la construcción de cajones estancos, especialmente equipados.

Continentes para el transporte en atmósfera enriquecida en gas carbónico

Se preconizó, hace tiempo, la utilización del carbo-hielo en los vehículos de transporte para preservar la calidad inicial de algunas frutas frágiles, como las cerezas. Es importante que el enfriamiento de los artículos esté asegurado de manera suficiente a la salida. Los bloques de hielo carbónico se colocan en el centro del vehículo y sobre la carga. La concentración del gas carbónico decrece muy deprisa en el curso de transporte, de hecho por los defectos de estanqueidad del vehículo, sobre todo cuando hay movimiento. Para evitar pérdidas demasiado grandes de gas carbónico, se emplean a veces diversos continentes, más o menos estancos y aislados. Dosis de gas carbónico del orden del 20 % al 25 % se reconocen como buenas para el transporte de fresas, frambuesas o cerezas dulces refrigeradas (22).

Continentes para el transporte en atmósfera muy enriquecida de nitrógeno

Investigaciones recientes (23) prueban que las condiciones del transporte frigorífico de algunas frutas o verduras (fresas y lechugas, principalmente) pueden mejorarse por el empleo de atmósfera de nitrógeno puro o con solamente el 1 % de oxígeno. Los productos se colocan en compartimentos o cajones apropiados equipados de generadores con nitrógeno. En el procedimiento *Oxytrol* se mantiene un grado de oxígeno muy bajo (0.5 a 4 %) en contacto de la fruta o verdura por pulverización de nitrógeno líquido o por inyección de una mezcla de nitrógeno y de otros gases como el argón. Los quemadores catalíticos del tipo *Tectrol* se utilizan para equipar, por ejemplo, los barcos de transporte semanal de frutas y verduras entre California y las islas Hawai.

CONCLUSIONES

Nos hemos limitado, en esta exposición, a una vista de conjunto de las modalidades de aplicación de la refrigeración propiamente dicha de la fruta y verduras. El tratamiento frigorífico de la fruta presenta frecuentemente el problema de la maduración complementaria al término del almacenaje. Recordemos tan solo que, en este caso también, se puede recurrir al empleo de atmósferas especiales, enriquecidas en etileno o un oxígeno, para estimular la evolución de la fruta en la vuelta al calor.

Aunque incompleto, el estudio que acabamos de presentar prueba, en primer lugar, que la refrigeración de la fruta y de las verduras es asunto de especialistas, capaces de juzgar cuál es el mejor de todos los factores del cual depende la calidad de la conservación: variedad,

condiciones de la producción y de la recolección, preparación preliminar de los productos y condiciones del tratamiento frigorífico. El capítulo consagrado a la refrigeración en atmósfera especial muestra, por otra parte, la diversidad de nuevas posibilidades ofrecidas a los técnicos para mejorar las condiciones habituales del almacenaje y del transporte frigorífico. Muchas investigaciones biológicas y perfeccionamientos técnicos quedan por hacer para sacar el mejor provecho de los auxiliares del frío en materia de conservación. Pero, a partir de ahora, disponemos de datos y medios prácticos suficientes para alargar la duración del almacenaje, reducir las pérdidas en el transcurso del transporte y asegurar, finalmente, una mejor calidad comercial de la fruta y la verdura.

BIBLIOGRAFIA

OBRAS Y ARTICULOS DE CARACTER GENERAL

- Ins. Int. Froid: *Conditions recommandées pour l'entreposage frigorifique des denrées périssables*, 1959, pp.63.
FIDLER, J. C.: *Conditions of storage of perishable foodstuffs*. Technical Productions (London) Lmted., 1965, 147-158.
ULRICH, R.: *La conservation par le froid des denrées d'origine végétale*. Bailliére edit., París, 1954, pp. 328.
ULRICH, R.: *Ildust. Agric. et Aliment.*, 1965, 5, 403-412.
ULRICH, R.: *L'entreposage des fruits et légumes en atmosphère contrôlé*. XII Cong. Intern. du Froid, Madrid, 1967 (en prensa).
ULRICH, R. y MARCELLIN, P.: *Aperçu sur les méthodes modernes de conservation*. Coloquio Soc. Franc. Encouragement pour l'Indust. et le Commerce, París, mayo 1964.

REFERENCIAS A ARTICULOS CITADOS EN EL TEXTO

- (1) VAN SCHREVEN, A. C.: *Bull. I.I.F.*, Anexo 1-1961, 167-173.
- (2) HARDENBURG, R. E.: *Bull. I.I.F.*, Jour de Marseille, Anexo 3-1960, 227-232.
- (3) MUÑOZ-DELGADO, L., MUÑOZ-DELGADO, J. A., SÁNCHEZ MORALES, A. CARO, J.: *XII Cong. Int. Froid*. Madrid, 1967 (en prensa).
- (4) PAULIN, A.: *Rev. Gen. Froid*, 1968, 1, 47-56.
- (5) BRUNELET, L. y VIDAL, P.: *Cahier Ing. Agron. Franç.*, 1960, 142, 9-14.
- (6) THEVENOT, R.: *Rev. Gén. Froid*, 1963, 105-113.
- (7) ULRICH, R. y LEBLOND, C.: *Document 5 C.T.I.F.L.*, jul. 1965.
- (8) MANN, G.: *Jour. Inst. Agric. Ingen.*, oct. 1960.
- (9) BONOMI, F.: *Bul. I.I.F.*, Com. 4 y 5; Bolonia, Anexo 1966, 153-163.
- (10) MEYER, A.: *Bull. I.I.F.*, Anexo 1-1961, 267-275.
- (11) SMOCK, R. M. y YATSU: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1960, 75, 53-60.
- (12) MARCELLIN, P. y LETEINTURIER, J.: *Bull. I.I.F.*, Anexo 1-1961, 141-152.
- (13) MARCELLIN, P. LETEINTURIER, J.: *XII Cong. Int. Froid*. Madrid, 1967 (en prensa).
- (14) PELUG, I. G. y GUREVITZ, D.: *Bull. I.I.F.*, Com. 4 y 5; Bolonia, Anexo 1966-1.
- (15) TOMKINS, R. G.: *X Cong. Intern. Froid*, Copenhague, 1959, 189-192.
- (16) EAVES, C. A.: *Jour. Hort. Scien.*, 1960 35, 110-117; y 1963, 38, 214-221.
- (17) HARDENBURG, R. E.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Scien.*, 1963, 82-83.
- (18) SCOTT, K. J. y ROBERTS, E. A.: *Austral. Jour. Exp. Agr. and Anim. Husbandy*, 1966, 6, 197-199.
- (19) MARCELLIN, P.: *Re Gén. Froid*, 1960, 415-423.
- (20) MARCELLIN, P., LEBLOND, C. y LETEINTURIER, J.: *96 Congr. Pomologique Soc. Pom. France*, París, 1965, 71-89.

Estaciones fruteras: Organización y funcionamiento

por MICH L ANQUEZ

Director Adjunto del Instituto Internacional del FRIO

1. INTRODUCCIÓN

Todos los tratadistas están de acuerdo en definir la estación frutera como un establecimiento donde las frutas son acondicionadas. Se escogen, calibran, embalan y además se tratan por el frío, es decir, se enfrían y después se conservan a baja temperatura durante más o menos tiempo.

Cuando los productores, aislados o en grupo, se deciden a construir una estación frutera, se enfrentan con toda una serie de problemas: La concepción general, el formato, el tipo de construcción, el aislamiento, el equipo de la nave de acondicionamiento, el material frigorífico; si se adopta la conservación en atmósfera artificial, es preciso realizar un perfecto hermetismo de las paredes y escoger aparatos frecuentemente delicados, para mantener la composición de la atmósfera deseada. Si en efecto el éxito de la conservación de la fruta se inicia en la huerta, el resultado se resuelve principalmente en la estación frutera, como precisa, muy justamente, la obra de LEBLOND y GAULIN que acaba de aparecer.

El biólogo acaba de decirles qué tratamientos frigoríficos deben aplicar, el ingeniero va a intentar, ahora, indicarles cómo realizarlos.

2. CONCEPCIÓN GENERAL

La simplicidad de realización es la característica de las estaciones fruteras actuales. Hoy día, una estación frutera comprende una gran nave de acondicionamiento, sin postes interiores y un bloque frigorífico constituido por grandes cámaras frigoríficas, donde tiene lugar la prerrefrigeración y la conservación a largo plazo. Lo más frecuente es que la estación se construya a nivel del suelo y sin pisos.

El tipo de estación frutera construido después de la guerra mundial resulta anticuado. Las pequeñas cámaras frigoríficas especiales para la espera de la selección, la prerrefrigeración, la conservación a plazo más o menos largo, la disposición a varios niveles, la gran obra a menudo pesada, lo mismo que otras características que hoy han desaparecido completamente.

La razón de la simplificación de la concepción se atiene a dos factores principales: de una parte, la generalización de la manutención mecánica con utilización sistemática de la paletización y de las carretillas elevadoras, de otra la búsqueda de reducción de gastos. Esta limitación del coste de primera instalación no puede llevarse demasiado lejos y se debe encontrar un acuerdo entre la técnica y la economía. Una excepción debe señalarse en esta orientación hacia la simplificación de las concepciones: las instalaciones de conservación en atmósfera artificial requieren equipos bastante complejos, realizaciones perfectas además, las dimensiones unitarias de las cámaras son hasta ahora menores que en el caso de la conservación en atmósfera normal.

3. FORMATOS

3.1. *Formato de conjunto*

La determinación de formato óptimo de una estación frutera depende de numerosos factores; se buscan alcanzar las dimensiones que ocasionen los gastos de funcionamiento más bajos posible. Es lógico que las características de la economía general de un país intervengan en gran parte en los cálculos; en otros términos, las conclusiones a que se puede llegar en Francia no pueden ser aplicadas para España. Por el contrario, el método de análisis puede ser el mismo.

En Francia, el problema del formato óptimo de las estaciones fruteras ha sido estudiado recientemente por la Estación Central de Economía y de Sociología Rurales del Instituto Nacional de Investigación Agronómica. Se ha calculado la incidencia de los diferentes elementos que intervienen en el coste de funcionamiento: embalajes, manutención, acondicionamiento, trasportes, almacenaje, personal, construcciones; y esto en dos variantes: una estación frutera únicamente para manzanas y una estación mixta manzanas-melocotones. La variación del coste resultante del paso por la estación frutera es sensiblemente el mismo en los dos casos: los costes son de 37, 31, 29, 28 céntimos por kilo de fruta según que las cantidades que pasan por la estación sean de 1.000, 3.000, 5.000, 10.000 toneladas por año. Se puede así sacar la conclusión que el formato mínimo para una estación frutera, en las circunstancias económicas francesas actuales, es del orden de 3.000 toneladas.

Estas conclusiones están recopiladas por un estudio emprendido por la Sección Técnica Central del Frío del Ministerio de Agricultura, sobre la base de presupuestos reales de varias estaciones: los precios varían de 0,275 a 0,35 NF. por kilo de fruta según el carácter de las estaciones y la importancia de los gastos de embalaje; sobre este total los gastos (amortización técnica y carga de capital) intervienen en 60 a 70 NF, por tonelada, o sea, alrededor de $1/5$ del total. Sin embargo, pequeñas estaciones individuales, de formato más reducido (500 a 1.000 Tm.) pueden llegar a resultados más interesantes, como consecuencia de la reducción de los gastos generales.

Para explotaciones fruteras importantes, bien dirigidas, se puede llegar a reducir el costo de funcionamiento en el caso de una estación frutera individual a 0,24 NF/ kg. Pero es importante que, en este caso, la estación no comercialice sola; debe adherirse a un grupo de comercialización que imponga el compromiso de aportación total y quien asegure el control de calidad de la fruta en el momento de la venta. La fijación del formato resulta siempre aproximada; si se la puede considerar como bastante exacta para estaciones realizadas por propietarios aislados, es al contrario imprecisa para los organismos cuyo número de asociados crece en el curso de los años (cooperativas, por ejemplo) de donde la necesidad, en este caso, de adquirir un terreno lo bastante grande para poder subvenir a extensiones de las que se aprecia mal su tamaño futuro.

3.2. Dimensiones de las naves de acondicionamiento y de las cámaras.

3.2.1. *La nave de acondicionamiento.* — «Centro de actividades y envasado de la estación frutera», se calculará para tratar la fruta que llegue en un día punta. Esta indicación vale, sobre todo, para la fruta de verano, melocotones, especialmente, que deben seleccionarse, calibrarse y embalsarse en el momento de la recolección; sin duda se admite a menudo un paso previo por la cámara fría, a fin de endurecer la fruta y que resulte menos frágil durante el acondicionamiento; pero el tiempo de permanencia es muy breve y no tiene influencia sobre la determinación de la capacidad de trabajo de la nave. Por el contrario, para las peras de otoño y las manzanas, es posible efectuar una pre-selección en la huerta, almacenar inmediatamente la fruta en la cámara, en cajas de recolección y acondicionarlas a medida de su comercialización. Este método permite reducir la capacidad de la nave, pero tiene el riesgo de acarrear pérdidas en el curso del almacenamiento, pues, la selección rápida en la huerta deja siempre pasar fruta ligeramente atacada por parásitos, que pueden contaminar lentamente la fruta sana durante el almacenaje.

En las estaciones pequeñas y medianas (menos de 5.000 Tm./año) la capacidad de trabajo no sobrepasa de 60 a 100 Tm. por día de trabajo; el calibrado se efectúa generalmente por varias líneas paralelas de máquinas clásicas, de una capacidad unitaria de 2 a 4 toneladas por hora. En las grandes estaciones, se alcanza un ritmo cotidiano más importante, gracias a cadenas hidráulicas cuya capacidad horaria puede ir hasta 20 Tm. Las dimensiones de la nave de acondicionamiento se fijan en función del tonelaje a tratar por día punta: hace tiempo que se ha admitido que la superficie de la nave debe ser calculada sobre la base de 20 m.² por tonelada de fruta acondicionada el día de más carga. Si esta indicación puede ser válida para estaciones que practican el acondicionamiento manual, las dimensiones deben estudiarse más detenidamente para las estaciones que emplean cadenas de calibrado automático, teniendo en cuenta los elementos siguientes: superficie real ocupada por las cadenas de acondicionamiento, superficie ocupada por los stocks de fruta antes y después del tratamiento (el promedio admitido corresponde a 4 horas de capacidad de la cadena), por lo que el espacio a dejar libre corresponde a dos veces la superficie de las cadenas y de los stocks.

3.2.2. — La capacidad total del *bloque frigorífico* debe permitir, según la experiencia francesa, el almacenaje de 50 a 70 % de la recolección de los frutos de pepita. Esta norma conduce a la construcción de conjuntos considerables: una estación frutera así equipada de 65.000 metros cúbicos de cámaras, constituye, para Francia, la instalación frigorífica más importante en cuanto a volumen.

Se tiende actualmente a construir cámaras de gran formato: la superficie de las cámaras alcanza a menudo 1.200 m.² (30' × 40'), en tanto que su altura está a menudo comprendida entre 7 m. y 7,50 m., lo que permite apilar cuatro paletas. Si se adopta la caja-paleta (pallox) la altura del techo es del orden de 9 m., pero este tipo de continente no se justifica más que para grandes huertas industriales, provistas de material de transporte adecuado.

No se utilizan actualmente las cámaras especiales para la prerrefrigeración, se usan las cámaras frías de conservación, pero con una densidad de carga inferior (menos de 100 kg./m.³ en lugar de 180-200 en conservación) se hace un esfuerzo para aumentar la intensidad de la ventilación colocando los lotes de frutas a enfriar enfrente de ventiladores. Se ha constatado experimentalmente que es preciso dejar grandes espacios vacíos entre las cajas a prerrefrigerar. Investigadores americanos habían imaginado un dispositivo ingenioso para acelerar localmente la ventilación: recubrían el lote de fruta a prerrefrigerar (alrededor de 1 Tm.) con un toldo coronado por un ventilador auxiliar, que creaba así un coeficiente de aireación importante en el interior del lote. Pero yo no conozco aplicaciones de esta original idea.

Para las cámaras de conservación en atmósfera controlada, se han preconizado largo tiempo capacidades de almacenaje bajas: 200 a 400 toneladas, lo que corresponde a un volumen de 1.000 a 2.000 m.³. Actualmente, empleando regeneradores de atmósfera, es posible preveer unidades de mayor formato: 1.500 toneladas, alrededor de 7.500 m.³, es decir, el equivalente de las cámaras frías clásicas.

4. MÉTODOS Y APARATOS DE ACONDICIONAMIENTO

El acondicionamiento de fruta comprende tres operaciones sucesivas: la selección, el calibrado y el embalado.

Se pueden emplear dos métodos:

4.1. *El acondicionamiento manual integrado.* — En este caso, una misma operaria coge la fruta en bruto de la caja de recolección y la coloca directamente en su embalaje de expedición, realizando simultáneamente la selección, el calibrado (en placas perforadas al calibre normalizado) y el embalaje. Este método artesano está comprobado como muy interesante para la preservación de frutas frágiles como los melocotones, puesto que hay una sola manipulación; además se alcanza capacidades horarias elevadas comprendidas entre 70 y 100 kg. de fruta tratados por operaria y por hora. Resulta un precio de costo por kilo inferior al obtenido con cualquier otro método, para la fruta presentada en bandejas. Este sistema ideal para el acondicionamiento de melocotones es muy empleado en el Valle del Ródano.

El material necesario es muy sencillo: cada unidad de trabajo, constituida por dos operarias, dispone de una mesa (aproximadamente, 3,70 m. por 0,60 cm.) que puede recibir 9 bandejas. 1 para los frutos en bruto y 8 para la fruta calibrada, en función de la calidad y de los calibres.

4.2. *El acondicionamiento semimecánico* utiliza cadenas sobre las que se efectúan las operaciones siguientes:

— El aprovisionamiento se realiza, generalmente, mediante un vertedor mecánico de fruta, seguido de una zona de recepción; en las grandes estaciones donde la fruta predominante son manzanas, este vertedor es hidráulico: las cajas de fruta se sumergen en una corriente de agua y la fruta se evacúa por flotación.

— Selección, que sigue siendo manual, fundada en la apreciación sensorial, elimina la fruta deforme, con parásitos o alterada. La fruta, animada de un movimiento de traslación y de rotación se desplaza sobre una cinta transportadora ante las operarias.

— El calibrado mecanizado se obtiene con la ayuda de máquinas que seleccionan los diversos calibres según el diámetro (calibradoras de

orificios extensibles y de bandas divergentes) o según el peso (la fruta se coloca sobre alvéolos, unidos a un contrapeso que se separa en un momento dado, lo que hace bascular el alveolo y libera la pieza que cae en el cajetín correspondiente al calibre). Las calibradoras por peso están generalmente integradas en cadenas de gran capacidad (más de 8 toneladas por hora).

— El embalaje es manual si los frutos están colocados en bandejas (caso general en la ruta de verano y en algunos casos para la fruta de otoño) y mecanizado si la fruta está a granel en una caja.

5. MODO DE CONSTRUCCIÓN

La nave de acondicionamiento y las cámaras frías deben, en principio, estar libres de todo poste. Por esto la construcción deberá estudiarse para que tenga armaduras amplias y los pilares necesarios, se incorporan en los tabiques.

Esta opinión general lleva en Francia a utilizar un armazón metálico (vigas y armadura del techo» sobre una base de hormigón. De todas maneras se puede pensar en otras fórmulas: en Grecia, por ejemplo, se construye con pilares de hormigón armado y una armadura metálica sobrepuesta. En resumen, se escogerán los materiales más o menos económicos que permitan emplear armaduras de cubrición de gran amplitud, del orden de 25 m. (en algunos países se podría usar madera laminada encolada). Las paredes y los tabiques se construirán con el material más económico posible, revestido en ladrillos o en conglomerado de cemento. Es necesario poner un apeo a nivel del suelo y otro a 3 m. de altura. Se recomienda un revoco exterior.

En la elección de la cobertura, que únicamente juega el papel de paraguas, también se tendrá en cuenta el factor económico: se utilizan generalmente placas de fibrocemento. Para la nave de acondicionamiento, en climas cálidos, es bueno utilizar dispositivos que limiten la entrada del calor: a este fin, el empleo de placas metálicas es preferible al fibro-cemento. También es preferible, en estos climas, forrar el techo con una capa aislante de materiales blandos; algunas empresas suministran elementos prefabricados de aluminio cuya superficie está aislada; verdaderamente es una fórmula muy interesante.

El suelo de la nave y de las cámaras lo constituirá un pavimento de hormigón ligeramente armado, totalmente horizontal; el empleo de carretillas elevadoras trae como consecuencia un desgaste rápido de la superficie de uso ordinario, de donde resulta un desprendimiento de polvo perjudicial para la presentación de la fruta; de aquí la necesidad de incorporar a estas superficies, endurecedores como el corindón o el acromio o revestimientos suaves obtenidos mezclando al cemento sustancias bituminosas.

La nave de acondicionamiento estará iluminada por huecos en-cristalados abiertos en los muros laterales, de preferencia al este o al norte; la superficie de iluminación necesaria representa alrededor de un 20 % de la superficie del suelo.

6. AISLAMIENTO DE LAS CÁMAZAS FRIGORÍFICOS

La búsqueda de la economía ha traído consigo la simplificación, algunas veces excesiva, del aislamiento. En Francia, podemos anotar: supresión de aislamiento en el suelo, reducción del espesor de aislamiento en el techo y las paredes, supresión parcial o total del revestimiento de muros y tabiques, empleo de la técnica de aislamiento de techos suspendidos (en este caso no hay pavimento para realizar un techo, son las placas de material aislante las que ocupan su lugar).

Conviene atemperar un poco estas innovaciones. En primer lugar, hay que tener en cuenta el componente climático que juega un papel esencial en materia de aislamiento. Se podría tomar la frase de PASCAL «Verdad en este lado de los Pirineos, error más allá».

Parece, por ejemplo, que la supresión del aislamiento del suelo no se justifica plenamente más que para climas templados para cámaras de conservación de fruta de pepitas. Si se prerrefrigeran melocotones o se almacenan peras de verano, como la limonera, parece más prudente continuar aislando el suelo, además, el aislamiento es imprescindible si la capa freática está próxima a la superficie. Igualmente la supresión de revestimiento interior no protege el aislante contra los choques mecánicos y puede traer como consecuencia la multiplicación de micro-organismos perjudiciales. La reducción de los espesores de aislante en las paredes y en el techo, no puede admitirse en climas cálidos. Conviene no tolerar pérdidas a través de las paredes, superiores a 10 Kcal./m.² lo que conduce, en Francia, a adoptar en la práctica espesores de aislantes de 14 cm. sobre las paredes y de 16 a 18 en el techo.

En lo que concierne a los materiales, en Francia, el poliestireno expandido, de una densidad controlada de 15 Kg./m.³, tiende a ser el favorito, teniendo en cuenta que la fibra de vidrio conserva aún muchos partidarios.

Por otra parte, si se decide no aislar el suelo, es necesario un aislamiento periférico bien, horizontalmente sobre una banda de 1 m. de ancho en el suelo, sobre todo el perímetro, o bien, verticalmente hasta la base de los cimientos, o al menos hasta 60 cm. de profundidad.

No se puede más que animar a la realización de aislamientos en techo suspendido, lo que aligera sensiblemente la construcción; es suficiente con tomar las precauciones necesarias para prever la retracción de algunos aislantes, como el poliestireno expandido.

Las puertas isotérmicas que constituyen una parte importante del aislamiento, deben de cuidarse mucho. Son de grandes dimensiones (3,20 m. a 4 m. de altura; 1,70 m. a 3 de anchura) generalmente de tipo deslizante. Con frecuencia la realización de estos accesorios se descuida, de donde resulta que hay importantes entradas de calor.

7. EQUIPO FRIGORÍFICO

7.1. En una estación frutera, la *producción de frío* puede centralizarse en una sala de máquinas, conteniendo un circuito único con varios compresores montados en paralelo; se utiliza de ordinario el amoníaco como fluido frigorígeno. Más a menudo aún, cada cámara fría está equipada de un grupo frigorífico autónomo, estando el compresor colocado inmediato al evaporador; en este caso, los compresores están de ordinario dispuestos en una galería técnica, generalmente construida encima del pasillo de manutención que da servicio a las diferentes cámaras frías; se usa entonces como fluido frigorígeno, los hidrocarburos halogenados: R12 y más frecuentemente el R22.

Las dos fórmulas han arrastrado a muchas controversias y el debate no está aún terminado. De todas formas parece que las grandes estaciones utilizan preferentemente una sala de máquinas centralizada, porque esta solución permite concentrar toda la potencia frigorífica en una sola cámara dispuesta para llenar y por consecuencia acelerar el enfriamiento. Se puede indicar, también, que se tiende a interconectar los grupos frigoríficos de dos cámaras próximas, cuando se adopta la solución descentralizada: este método permite las reparaciones en caso de avería de un compresor y el refuerzo ocasional de la potencia frigorífica sobre una sola cámara. La potencia a instalar ha sido, igualmente, objeto de numerosas discusiones. Se tiene la costumbre de dar cifras generales, por ejemplo, proporcionar la potencia instalada al volumen de la cámara; en Francia, se adopta generalmente una potencia del orden de 20 a 25 frigorías/hora por m.³ de cámara par la conservación de manzanas; si se quiere acelerar el enfriamiento de la fruta en el momento de su introducción, se está obligado a instalar 40 frigorías/hora por m.³. Es cierto que para cámaras destinadas a enfriar y después conservar la fruta, las potencias instaladas de 15 frigorías/hora por m.³, que algunas veces se preconizaron son netamente insuficientes, porque la refrigeración de la fruta corre el riesgo de ser demasiado lenta (algunas veces debe esperarse un mes para alcanzar la temperatura deseada, si la exterior es algo elevada en otoño). De hecho, las cifras generales no precisan con exactitud, es preciso calcular el gasto frigorífico de las cámaras en cada caso particular, lo importante es fijar con precisión la cadencia de las entradas de fruta en las cámaras, pues es el factor principal es la determinación de la potencia frigorífica. Las

cifras aquí indicadas son las potencias disponibles en los evaporadores: con grupos individuales por cámara, la potencia total de los compresores será evidentemente, la suma de las potencias utinativas; con una sala de máquinas centralizada, se puede estimar que todas las cámaras no funcionan simultáneamente a pleno régimen; en consecuencia la potencia global de los compresores podrá ser un poco inferior a la suma de las potencias individuales de los evaporadores.

7.2. *La distribución del aire frío en las cámaras requiere, también, un cierto número de precauciones. En lo sucesivo la temperatura tiende a ser regulada con una gran precisión del orden del medio grado. Naturalmente se busca reducir la pérdida de peso, por lo tanto a evitar los ciclos cortos y frecuentes de funcionamiento del evaporador; una buena solución es alargar lo más posible la duración de marcha de evaporador, haciendo funcionar éste bajo un intervalo de temperatura muy débil entre la evaporación y el aire de la cámara por medio de una válvula de presión constante. Se ha puesto en evidencia la influencia benéfica de ciertos tipos de embalaje (papel perforado sobre el fondo y los lados de la caja).*

La atmósfera de la cámara debe ser tan homogénea como sea posible, de aquí la necesidad, en locales amplios, de ventilación forzada, moderada, puesto que el coeficiente generalmente admitido está comprendido entre 20 y 25, lo que corresponde a la evacuación de una kilocaloría por metro cúbico de aire en circulación. La ventilación debe poder someterse a voluntad al funcionamiento del evaporador o ser independiente a fin de poder ventilar en invierno durante los largos períodos de paro del evaporador.

La disposición de los evaporadores en la cámara varía de una realización a la otra. Se encuentran a menudo frigoríficos colocados en nichos vecinos al compresor que los alimenta, los ventiladores insuflan aire al techo a fin de crear un torbellino que favorezca la homogeneidad de la atmósfera.

Una fórmula americana interesante, sobre todo para las cámaras de manzanas almacenadas en cajas-paletas, consiste en equipar el local de una serie de pequeños frigoríficos instalados sobre una pasarela situada sobre el eje de la cámara dos metros por debajo del techo.

Cuando las cámaras están equipadas para la refrigeración de la fruta de verano y la conservación de las manzanas o de las peras de invierno, es preciso para su conservación poder regular la superficie de cambio del evaporador y limitar la capacidad de ventilación.

8. CONSERVACIÓN EN ATMÓSFERA CONTROLADA

La conservación en atmósfera controlada, que se desenvuelve sobre todo en el país con gran producción de manzanas, acarrea un número

de problemas de instalación particular, especialmente es preciso realizar una estanqueidad tan perfecta como sea posible e instalar un aparato que cree y mantenga la atmósfera deseada. Es preciso señalar que, desde luego, esta técnica continúa evolucionando rápidamente. La mayor parte de los elementos de información traídos aquí provienen de una reciente nota de información de la Sección Técnica Central del Frío del Ministerio de Agricultura de Francia.

8.1. Numerosos métodos de estanqueidad han sido propuestos. Para el suelo se encuentran dos clases de procedimientos. El primero consiste: en colocar, entre el hormigón de limpieza y el pavimento, hojas o rollos de aluminio-asfalto o de un fieltro bituminoso, soldados o encolados en caliente entre ellos.

Segunda solución: encolar en caliente una capa superficial de asfalto o realizar un revestimiento de baldosines de asfalto soldados en caliente entre sí.

En las paredes y en el techo, un gran número de sistemas. Los procedimientos que realizan una pantalla de estanqueidad constituyendo al mismo tiempo una barrera antivapor tienden a imponerse: esta pantalla de doble función se coloca entonces entre la pared y el aislante.

Otros constructores disocian las dos pantallas: la antivapor clásica entre pared y aislante, y la pantalla de estanqueidad sobre la cara interna del aislante.

Es indispensable verificar la hermeticidad de las cámaras. se han realizado diversos ensayos: el más utilizado es el de **sobrepresión inicial** (se mide la duración necesaria para anular una subpresión de 25 mm. de agua; es preciso que el tiempo sea al menos de media hora, para que el hermetismo pueda ser considerado como útil). Se han propuesto otros ensayos, pero son generalmente más difíciles de emplear: por su represión en equilibrio dinámico, por difusión, por depresión.

8.2. Los sistemas de producción y mantenimiento de la atmósfera controlada son igualmente numerosos.

La mayor parte de las cámaras construidas hasta aquí en Europa han sido equipadas únicamente con absorbentes de gas carbónico; es la respiración de la fruta la que permite obtener la atmósfera deseada.

Los aparatos colocados están en funcionamiento permanente o intermitente, con o sin ciclo de regeneración. El régimen definitivo se ha alcanzado, generalmente, con manzanas de tipo Golden, a las tres o cuatro semanas del cierre de la cámara. La puesta en régimen puede acelerarse procediendo a una inyección de Nitrógeno en la cámara durante la semana que sigue al cargamento.

Entre los distintos absorbentes actualmente utilizados se pueden citar:

— Los intercambiadores difusores utilizando las propiedades de permeabilidad selectiva de ciertas membranas; este procedimiento físico de marcha continua, sin regeneración tiene muy poco consumo de energía.

— Los absorbedores de CO_2 sobre tamices moleculares de carbón activo, que requieren una regeneración de aire caliente. Su consumo de energía es bastante importante.

— Los absorbedores de CO_2 sobre lechos de carbón, regenerables al aire ambiente. Su consumo de energía es bastante pequeño.

— Los aparatos que fijan CO_2 por vía química:

— Soluciones de carbonato de potasio, la regeneración se hace por inyección del aire ambiente.

— La dietanolamina y la trietanolamina, que requiere una regeneración por caldeo y que posee un poder de absorción considerable.

— La cal muy empleada en el Reino Unido y en los Países Bajos en razón de la simplicidad de su empleo.

— El agua, bastante utilizada en los Estados Unidos en cuya regeneración interviene el aire ambiente.

Más recientemente han aparecido los regeneradores de gas que permiten obtener en menos de una semana la composición de atmósfera deseada. Este equipo puede utilizarse por diferentes cámaras en el principio de la campaña, compensa en cierta medida los defectos de estanqueidad y permite la reconstitución rápida de la atmósfera de una cámara, después del vaciado parcial. Estos generadores no dispensan, desde luego, la instalación de un absorbedor en cada cámara. Estos generadores comprenden un quemador catalítico a propano en el que la temperatura de reacción es de 400 a 500 grados; los gases salidos de la combustión encierran un 99 % de nitrógeno y de gas carbónico; después del enfriamiento a 15°C . aproximadamente, en un intercambiador de agua son, estos gases, o bien introducidos directamente en la cámara, o bien purificados por un absorbedor de CO_2 y, en este caso, se envía a la cámara sobre todo el nitrógeno; la segunda fórmula parece preferible, pues se elimina con el CO_2 y, en este caso, se envía a la cámara sobre todo el nitrógeno; la segunda fórmula parece preferible, pues se elimina con el CO_2 los residuos de la combustión. Los generadores funcionan, sea, en circuito abierto o bien en circuito cerrado.

8.3. La construcción y la explotación de las cámaras de atmósfera controlada se caracterizan por otras particularidades.

— Se tiene interés en depositar el máximo de fruta en la cámara, pues las cantidades de CO_2 absorbido y expulsado son proporcionales al tonelaje conservado; se adoptará pues densidades de almacenaje sensiblemente más elevadas que en una cámara fría ordinaria; 220 kg/m^3 para fruta en cajas; 260 kg/m^3 con las cajas-paletas;

— Se deben reducir las necesidades de frío, pues a cada ciclo de funcionamiento, el vapor de agua se condensa sobre el evaporador, de aquí la depresión de la cámara y creación de cambios de gases entre el interior y el exterior. En consecuencia, se recomienda aislar fuertemente las cámaras, utilizar termostatos de débil diferencial (para limitar la depresión resultante de las fluctuaciones de temperatura) y de montar una válvula de presión constante sobre la conducción de la aspiración del evaporador (a fin de reducir el número de ciclos de funcionamiento, alargando lo más posible la duración de la marcha del evaporador).

— Es preciso prever los equilibradores de presión entre el interior de una cámara de atmósfera controlada, a fin de evitar las depresiones y las sobrepresiones excesivas; el mejor equilibrador es un sifón hidráulico.

— En fin, es necesario disponer de aparatos de medida precisos que permitan seguir fácilmente la composición de la atmósfera de la cámara.

Las cámaras de atmósfera controlada son sensiblemente más costosas, para la construcción y la explotación, que las cámaras frías clásicas. Se admite, generalmente, que el coste de construcción es un 50 % mayor.

9. CONCLUSIÓN

La estación frutera se ha convertido en un elemento indispensable de la huerta. El desarrollo de las instalaciones francesas es prueba particularmente elocuente. Existían 3 estaciones después de la última guerra mundial; en 1955, la capacidad de almacenaje no sobrepasaba 100.000 m³ de cámaras frías; pero desde 1963, el volumen de las cámaras frías especiales para la conservación de fruta aumenta 500.000 m³ por año y se llega en 1967 a un volumen global de 3.000.000 de m³ de cámaras frías en las estaciones fruteras. Por el contrario, la conservación en atmósfera controlada parece desarrollarse menos deprisa de lo que se pensaba, puesto que la progresión anual no sobrepasa los 50.000 m³, cuando las previsiones calculaban 100.000 m³ por año.

Paralelamente, se observa una evolución técnica y económica con el fin de reducir los costos de inversión que son hoy día inferiores a lo que eran hace 6 ó 7 años. Se construyen actualmente las cámaras clásicas de las estaciones fruteras a razón de 100 NF/m³ de media y se llega a precios un poco inferiores para grandes instalaciones.

En materia técnica, es sin duda alguna la conservación en atmósfera controlada lo que ha presentado los mayores problemas y suscitado el mayor progreso.

Es por lo que el Instituto Internacional del Frío ha decidido, después de un cierto tiempo, crear un grupo de estudios especiales sobre

las estaciones fruteras. El Congreso de Madrid del año pasado ha permitido establecer un programa de estudios muy preciso. Y se puede esperar que en un porvenir, ahora bastante próximo, unas normas oficiales del Instituto permitan la resolución de los problemas presentados por la construcción y explotación de las estaciones fruteras así como precisar los mejores métodos y técnicas a emplear para obtener una buena y larga conservación de la fruta.

Generalidades sobre la Produccion del Frío Industrial

Por Eduardo Möller, Ing. G. T. I.

Director Técnico de las factorías Hans T. Möller

La tremenda evolución que el frío industrial ha tenido en los últimos años, ha hecho de esta industria una especialidad que exige profundos conocimientos técnicos y una vasta experiencia, sobre todo si se tiene en cuenta las múltiples facetas que abarca la aplicación del frío, que obliga a los técnicos a especializarse dentro de cada una de sus ramas.

No es, pues, de extrañar que si resulta difícil, incluso para el técnico, el cálculo y proyecto de una instalación, más difícil sea todavía para el eventual usuario el poder juzgar de una forma ponderada qué es lo que en definitiva compra, sin tener unos conocimientos básicos o un adecuado asesoramiento técnico.

La intención de esta pequeña disertación es la de aclarar los puntos más esenciales de un circuito frigorífico para que una persona sin conocimientos técnicos pueda tener, aunque someramente, los datos elementales que le permitan enjuiciar los aspectos principales de una oferta en el caso de que no pueda contar con dicho asesoramiento, o incluso, para poder «hablar de frío» con su asesor.

Pido, por tanto, disculpas a los expertos que lean estas líneas si encuentran en ellas conceptos demasiado elementales, necesarios, a mi juicio, para una correcta comprensión del problema que manejamos.

¿Qué es el frío?

Todo cuerpo o materia está compuesto de un conjunto de moléculas en continuo movimiento. Este movimiento, que representa una forma de energía, se refleja en un índice de calor.

Cuando más alta es la velocidad de las moléculas, más alta será la temperatura del cuerpo en igualdad de condiciones externas. Si por el contrario sustraemos calor a este cuerpo el movimiento molecular será cada vez más lento. Este movimiento cesa tan solo totalmente al llegar a unos 273°C . bajo cero, el llamado cero absoluto, punto de partida de la escala KELVIN. Desde este punto de vista, independientemente de nuestra sensación subjetiva dictada por el nivel de temperatura de nuestro propio ser, se puede por tanto decir que *el frío no existe*, existe sólo en los cuerpos un mayor o menor índice de calor.

Hay que tener este hecho presente para poder comprender perfectamente la función de una instalación frigorífica, puesto que, como veremos, no producimos frío, sino que *extraemos calor de una materia, para trasladarlo a otra*.

Un breve inciso:

Como una consecuencia de lo expuesto, aprovecho esta ocasión para indicar que, en mi opinión, el término «frigoría» es totalmente inadecuado e impropio, sirviendo tan sólo para crear un cierto confusiónismo.

Medimos el calor en la unidad caloría: la cantidad de calor que hay que aportar o que hay que *substraer* a un litro de agua para elevar o respectivamente rebajar su temperatura en un grado centígrado.

A nosotros nos interesa el segundo caso.

¿Cómo procederemos a extraer calor?

Por pura lógica, y también porque nuestro buen amigo CLAUSIUS así lo enunció en el segundo principio de la termodinámica, para que se pueda producir un paso de calor de un cuerpo a otro, debe existir una diferencia de temperatura entre ambos.

Si metemos dos recipientes, uno con agua caliente y el otro con agua fría, digamos a $+1^{\circ}\text{C}$., dentro de una caja aislada, el agua del primero se enfriará y la del segundo se calentará hasta alcanzar ambos líquidos y el aire contenido en la caja aislada, la misma temperatura, en cuyo momento cesará el paso de calor de un elemento a otro.

Si nos interesase continuar el proceso de enfriamiento del agua que inicialmente estaba caliente, deberíamos hallar la forma de eliminar el calor que va recibiendo el recipiente con agua fría, para que siga existiendo un salto térmico.

Pero por otra parte también interesaría hallar la forma de poder aumentar el potencial receptor de calor del líquido frío para que no quede limitado dicho potencial a la citada caloría por grado.

Podemos conseguir nuestro propósito aprovechándonos de los fenómenos térmicos que se producen cuando una materia pasa de su estado sólido a su estado líquido, también de su estado líquido al estado gaseoso, o por último, de su estado sólido directamente al estado gaseoso.

¿Qué sucede con estos procesos?

Observemos un termómetro introducido en un recipiente con agua que colocamos sobre el fuego. La temperatura del agua irá subiendo hasta llegar a 100°C . A partir de este momento, *a pesar de que sigamos calentando*, el termómetro se mantiene en los 100°C . La energía que, en forma de calor, aportamos al agua, se consume íntegramente para digamos «desintegrar» el agua de su forma líquida y transformarla en vapor. La velocidad de las moléculas, debido a la aportación de calor, ha aumentado de tal forma que, hablando siempre en metáfora, se produce un caos de circulación con choques tan violentos que las moléculas de agua se «rompen» y se gasifican.

Para este paso de líquido a vapor, hace falta una cierta cantidad de energía, llamada calor de evaporación.

De la misma manera hace falta una cierta cantidad de energía para pasar un cuerpo de su estado sólido al estado líquido, la llamamos calor de fusión. Para el hielo se precisan 80 Kcals. para fundir un kilo, es decir, 80 veces más que el calor necesario para aumentar la temperatura de un litro, o sea, un kilo de agua, un grado.

Nombraré también el calor de sublimación, de aplicación en aquellos cuerpos que pasan directamente de su estado sólido al gaseoso en determinadas condiciones, por ejemplo, el hielo carbónico a la presión atmosférica.

Apareció la palabra presión. Vamos a ahondar en su significado.

Todos habrán oído que así como el agua al nivel del mar hierve a 100°C ., en lo alto de una montaña hierve a una temperatura más baja. ¿Por qué? Porque cuanto más nos elevamos más baja es la presión atmosférica y precisamente el agua, para hervir, tiene que superar la presión que gravita sobre su superficie, es decir, la presión es el freno que contrarresta la separación de las moléculas.

Cada líquido tiene su punto de ebullición a una determinada temperatura, según la presión que gravita sobre él.

Si echamos un poco de éter sobre nuestra mano, veremos que se evapora, y nuestra mano se enfría. El éter ha tomado su calor de evaporación de nuestra mano.

Aprovechando esta circunstancia podríamos llenar una bombona con éter y colocarla dentro de nuestra caja aislada, sustituyendo a la botella con agua fría.

Si conectamos la bombona con el exterior de la caja por medio de un tubo, el éter se irá evaporando y tomará su calor de evaporación del medio ambiente en que se encuentra, enfriando así el aire de la caja, y éste a su vez, la botella de agua caliente.

Empalmando al tubo una bomba de vacío, podemos disminuir la presión de la bombona produciendo una evaporación más violenta a temperatura más baja.

Así podríamos, en teoría, armar una cámara frigorífica si el líquido que usásemos fuera lo bastante barato como para permitirnos el lujo de tirar el gas producido.

Pero este no es el caso normalmente. Y digo normalmente, porque precisamente en la actualidad se está introduciendo un proceso de este tipo con un líquido relativamente barato, el nitrógeno líquido, a base de dejarlo evaporar directamente en el espacio que deseamos refrigerar.

Ciñéndonos, no obstante, a los líquidos normalmente utilizados en instalaciones de frío, amoníaco y toda la serie de halogenados (freones), su alto precio no permite tal desperdicio.

Y aquí entra ya en acción el compresor, que utilizamos en parte para sustituir a la citada bomba de vacío, pero también para poder recuperar el gas evaporado y a base de aumentar su presión, refrigerarlo en un condensador, con otro fluido barato, que puede ser aire en algunos casos, o agua en otros, para robarle el calor de evaporación y conseguir que vuelva a tomar su estado líquido, recogiendo el líquido en un recipiente. Sólo nos falta pasar este líquido, a alta presión, de nuevo a la bombona que se encuentra a la presión baja correspondiente a la temperatura de evaporación, y ya tendremos cerrado el circuito frigorífico. Para ello utilizamos una válvula de regulación muy fina, que permite el paso tan sólo de la cantidad de líquido que evaporamos, manteniendo así la diferencia de presiones entre la bombona y el condensador.

Esta es la llamada válvula de expansión.

Ruego disculpen la explicación quizá demasiado sencilla y a la vez meticulosa de cada fase del proceso, que he considerado necesaria para resaltar que estamos manejando cantidades de calor, que robamos de la cámara por medio de la evaporación de un líquido, y cedemos a una temperatura y presión más elevada a otro medio, el agua o el aire de condensación.

Una vez aclarado esta especie de a b c del frío estamos en posición de comprender varios detalles de una instalación.

Transmisión de calor

La cantidad de calor que podemos transmitir de un cuerpo a otro es proporcional a la superficie del cuerpo.

Cuanto mayor sea la superficie de nuestra bombona es evidente que puede recibir más cantidad de calor.

Pero también dependerá el flujo de calor de la diferencia de temperaturas entre la bombona y el aire de la caja. Cuanto más baja sea la temperatura de la bombona, más intensamente podremos enfriar el aire.

Por lo tanto:

Cantidad de calor = Superficie \times diferencia de temperatura.

Para completar esta fórmula nos falta un factor, una pequeña letra fantasma, la k , el coeficiente de transmisión, la gran preocupación de todos los técnicos. Esta k depende de muchos factores, para citar algunos: el material que manejamos y su conductividad (corcho, poliuretano, cobre, hierro, aluminio, etc.), el grado de contacto de los medios que manejamos a ambos lados de dicho material, por ejemplo, en un serpentín por su parte exterior la k mejora con la velocidad del aire, y por su parte interior tiene importancia si el fluido está en forma líquida estableciendo un contacto íntimo con el metal o en forma gaseosa, etc.

Introduciendo este factor en la fórmula obtenemos la clave de todos los cálculos de transmisión en una instalación

(1)

$$C = k \times S \times \Delta t$$

k = coeficiente de transmisión (Kcal/h/m²/°C)

S = superficie de transmisión (m²)

Δt = diferencia de temperatura.

Llegados a este punto estamos en posición de comprender y desarrollar un *análisis de los elementos de una instalación*, para estar en condiciones de poder efectuar estudios comparativos entre varias ofertas.

Cámara

Lo que interesa primordialmente en una cámara es reducir a un mínimo económicamente aceptable la entrada de calor.

Esta entrada se produce por varios conceptos:

- A) Transmisión de calor a través de paredes, suelo y techo.
- B) Entrada de aire exterior por apertura de puertas y también por infiltración a través de las paredes, suelo y techo.
- C) Calor proveniente de la iluminación interior de la cámara y del personal que trabaja en la misma.

- D) Calor desprendido por la mercancía y por su embalaje.
- E) Equivalente térmico del trabajo mecánico de los ventiladores (si los hay) para la circulación forzada del aire de la cámara.

A Transmisión de calor

Tomando la fórmula (1) resulta obvio que, dada una superficie de transmisión, que forman las paredes, techo y suelo de la cámara, y dado también un gradiente de temperatura entre el ambiente exterior y el de la cámara, sólo podremos disminuir la entrada de calor C a base de utilizar un material aislante con una k reducida.

Ahora bien, el material aislante deberá, además, reunir varias otras condiciones, algunas *necesarias*, como por ejemplo:

- No deberá absorber humedad.
- Deberá tener un mínimo de resistencia mecánica a la compresión (necesario especialmente para el piso).
- Deberá ser inodoro.
- Estabilidad estructural.
- Y otras *deseables*, como:
- Incombustibilidad.
- Inatacable por el moho o por insectos.
- Facilidad de colocación.
- Facilidad de corte.

Es difícil encontrar un aislamiento que reúna todas las cualidades ideales. Los aislantes a base de poliuretanos al freón (autoextinguible) se acercan al ideal, si bien hay que tomar las debidas precauciones en lo que se refiere a la estabilidad estructural, ya que estos materiales sufren fuertes contracciones y dilataciones, según la temperatura. En todo caso no debe, para bajas temperaturas, utilizarse un material de este tipo con una densidad inferior a $35/40 \text{ kg/m}^3$.

En nuestro país puede decirse que, a pesar de sus defectos, el corcho sigue siendo el aislante más utilizado, quizá por resultar el más experimentado, o el más económico.

Para evitar sorpresas, en las ofertas de aislamientos deberá exigirse que se incluya:

- La totalidad de la mano de obra, incluido peonaje. El peonaje es, en estos trabajos, la parte principal de la mano de obra.
- La totalidad del material aislante, *incluidos desperdicios*.
- Precios globales de material colocado de acuerdo con los espesores especificados. Las mediciones son siempre origen de malas interpretaciones y sorpresas.
- Especificación de la capa anti-humedad (calidad, espesor, kilogramos m^2 , acabado).

- Especificación de la calidad del aislamiento (peso específico, pureza, escuadrado correcto).
- En caso de utilizar corcho, exigir que sea pegado con asfalto *en caliente*. (También en los techos.)
- Especificación de la calidad del asfalto (punto de fusión, olor, pureza).
- Exigir que las juntas de cada capa sean rellenadas con masilla especial.
- Exigir, como mínimo, dos capas de aislamiento.
- Exigir que todo el maderamen que se utilice vaya debidamente impregnado para evitar su putrefacción prematura.

En la tabla de la Fig. 1 aparecen, a título orientativo, los poderes aislantes de una pared de hormigón y una de ladrillo con diversos espesores de corcho.

FIGURA 1

COEFICIENTE DE TRANSMISION PARA PAREDES AISLADAS CON CORCHO
Kcal/h. °C

	Pared de ladrillo					Pared de hormigón				
	1/2 asta 1 12 cm	25	1 1/2 38	2 51	2 1/2 64	10 cm	15	20	30	40
50 mm	0,74	0,67	0,62	0,57	0,53	0,76	0,74	0,72	0,68	0,65
75 »	0,63	0,59	0,54	0,51	0,47	0,64	0,63	0,62	0,59	0,57
100 »	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33	0,43	0,41	0,40	0,39	0,38
125 »	0,33	0,32	0,31	0,29	0,28	0,34	0,33	0,33	0,32	0,32
150 »	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27
200 »	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21

BASE DE CALCULO:

Coefficiente de conductibilidad:

Ladrillo = 0,75

Hormigón = 1,1

Enlucido = 0,75

Añadiendo un 30 % de seguridad.

¿Qué espesor elegir?

Durante muchos años se ha venido utilizando la norma de elegir 1" de espesor de corcho por cada 5°C. de diferencia de temperatura.

Así en una cámara de 0° con una temperatura exterior (media de máximas) de 30°C . se aplicarían 6".

Suponiendo que la pared en cuestión estuviera construida con $1\frac{1}{2}$ ladrillo de espesor, tendríamos según la tabla 1 un coeficiente de transmisión de 0,26, es decir, que por metro cuadrado tendríamos una transmisión de

$$C = k \times \Delta t = 0,26 \times 30^{\circ} = 7,8 \text{ Kcal/h/m}^2.$$

Para una cámara de -20° se elegiría, según este sistema, un espesor de 10" (250 mm.) y la transmisión sería (extrapolando)

$$0,16 \times 50 = 8 \text{ Kcal/h/m}^2.$$

Este sistema resulta engorroso para los cálculos, ya que exige fijar el espesor para llegar a la cifra de cálculo.

Por otra parte, no se tiene en cuenta ningún factor económico (precio del aislante, precio del kW., etc.).

El profesor sueco BÄCKSTRÖM, en su libro KLYTEKNIKERN establece una fórmula basada en el costo de la Kcal/h. en comparación con el costo por m^3 de aislante, la amortización del volumen de edificio ocupado por el aislamiento, precio y amortización de la maquinaria, etcétera.

Con el fin de facilitar los cálculos de las instalaciones introduce, hace ya varios años, un nomograma (fig. 2) que establece directamente la transmisión por m^2 y hora con un determinado gradiente de temperatura, según el espesor de aislamiento que se adopte.

Conjugando dichas curvas con la fórmula de BÄCKSTRÖM, puede elegirse en todo momento el valor más económico para un caso dado.

Con los precios actuales de materiales, maquinaria, obra civil, etcétera, resulta adecuado para una temperatura ambiente de 30°C . y en lugares con agua abundante, tomar un valor medio de 8 a 10 Kcal/h/ m^2 . tanto más bajo cuanto más baja la temperatura de la cámara, ya que según veremos más adelante, las calorías se encarecen desproporcionalmente a muy bajas temperaturas de evaporación.

Así pues, utilizando el monograma de la fig 2, podemos proceder al cálculo de la transmisión directamente, multiplicando la superficie total de la cámara (paredes, techo y suelo), por lo que se ha dado en llamar la K grande (es decir $k \times \Delta t$) y estableciendo a posteriori los espesores necesarios de aislamiento para cada una de las superficies según su temperatura exterior.

Las curvas pueden asimismo usarse a la inversa para establecer la transmisión dado un determinado espesor.

Tomando como ejemplo una cámara a 0°C . de $10 \times 5 \times 5$ m. de alto, tendríamos una superficie total de 250 m^2 y la transmisión sería

Gráficos "G"
Nº G-1

GRUESOS DE AISLAMIENTO
ADMITIENDO UNA PERDIDA DE
 $Q \text{ Cal./h.m}^2$

J.T.M. - SABRÓE

Calculado: J.A.P.

Fecha: 31-VI-1952

Control:

Base de las rectas

$$Q = F \cdot k \cdot \Delta T^\circ$$

$$k = Q / \Delta T^\circ$$

$$\delta_i = \left[\frac{\lambda_i}{k} - \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{\text{muro}}}{\lambda_{\text{muro}}} + \frac{\delta_{\text{enlucido}}}{\lambda_{\text{enlucido}}} \right) \lambda_i \right] 1,3^* \quad (* 30\% \text{ de seguridad})$$

Constantes

$$\alpha_1 = 25 \text{ Cal./m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} \text{ (aire} \rightarrow \text{pared)}$$

$$\alpha_2 = 7 \text{ Cal./m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} \text{ (pared} \rightarrow \text{aire)}$$

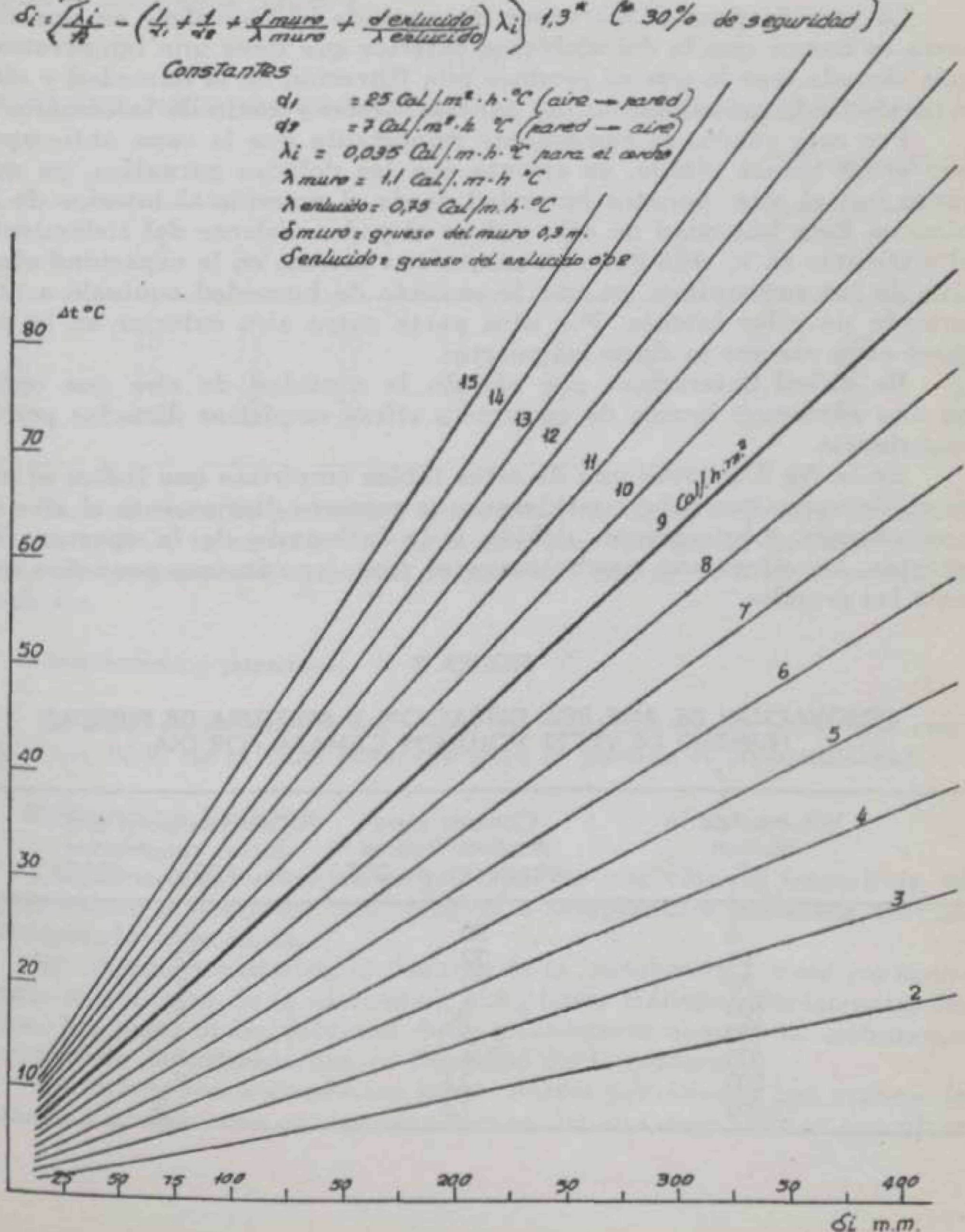
$$\lambda_i = 0,035 \text{ Cal./m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C} \text{ para el cercho}$$

$$\lambda_{\text{muro}} = 1,1 \text{ Cal./m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{\text{enlucido}} = 0,75 \text{ Cal./m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\delta_{\text{muro}} = \text{grueso del muro } 0,3 \text{ m.}$$

$$\delta_{\text{enlucido}} = \text{grueso del enlucido } 0,02$$



$$250 \text{ m}^3 \times 9 \text{ Kcal/h/m}^3 = 2.250 \text{ Kcal/hora.}$$

Las curvas están calculadas con un coeficiente de seguridad del 30%.

B Entrada de aire exterior

La tensión parcial del vapor de agua de la atmósfera en una cámara es menor que la del ambiente exterior que tiene una temperatura más elevada, por lo que se produce una filtración de la humedad y aire a través de la porosidad en las paredes, techo y suelo de la cámara.

Por esta razón, es sumamente importante que la capa anti-vapor que antes hemos citado, se ejecute con las debidas garantías, ya que junto con el aire, penetra humedad desde el exterior al interior de la cámara. Esta humedad no sólo reduce el poder aislante del aislamiento al aumentar su k , sino que representa una merma en la capacidad efectiva de los serpentines, ya que la entrada de humedad equivale a una entrada de calor latente. Por otra parte entra aire exterior en la cámara cada vez que se abren las puertas.

Es difícil determinar por cálculo la cantidad de aire que entra en una cámara y hemos de recurrir a cifras empíricas dictadas por la experiencia.

En la fig 3 aparece una de estas tablas empíricas que indica el número de veces que debe considerarse se renueva diariamente el aire de una cámara. Lógicamente, debido a la influencia de la apertura de puertas, las cifras son mucho mayores para las cámaras pequeñas que para las grandes.

FIGURA 3

RENOVACION DE AIRE POR FILTRACION Y APERTURA DE PUERTAS NUMERO DE VECES VOLUMEN CAMARA POR DIA

Volumen de la cámara m^3	Cámara para product. frescos alrededor de 0°C	Cámaras para pro- ductos congelados de -20 a -30°C
5	50	40
10	32	23
50	12	9
100	8	6
250	5	4
500	4	3
1.000	2,5	2
2.000	1,6	1,3

Esta entrada de aire representa una entrada de calor, ya que hemos de enfriar el aire exterior hasta la temperatura de la cámara. El contenido de calor depende no sólo de la temperatura inicial del aire, sino también, de su humedad relativa. Con ayuda del diagrama de Mollier puede determinarse esta cantidad de calor. No obstante, en la práctica, es más manejable y suficientemente exacto establecer las cifras en forma tabular, partiendo de una humedad media de 80 a 85 %, según aparece en la figura 4.

FIGURA 4

CALOR QUE PUEDE TRANSPORTAR UN m^3 DE AIRE ENFRIANDOLO DE t' A t''
(HR media 85 %)

t'	t''								
	+ 4	+ 2	0	- 2	- 4	- 10	- 20	- 25	- 3
+ 20	10	11	12	13	14	16	20	22	24
+ 25	14	15	16	17	18	20	24	26	28
+ 30	19	20	21	22	23	25	30	33	36
+ 35	25	26	27	28	28	31	35	37	39

Para el ejemplo planteado anteriormente de una cámara de $10 \times 5 \times 5$ m. a 0°C ., la renovación implicaría una aportación de calor *diaria* (con una temperatura ambiente de 30°) de: $250 m^3 \times 5 \times 21 = 26.250$ Kcal/día.

C Iluminación y personal

Es suficientemente exacto para los cálculos tomar para este concepto un 10% de la cifra obtenida para la partida A (transmisión).

D Mercancía y embalaje

Llegamos aquí al objetivo principal de una cámara frigorífica, el enfriamiento y posterior conservación a temperatura adecuada de una determinada mercancía.

En algunas ocasiones, el usuario de la instalación conoce perfectamente el volumen de la mercancía que piensa manejar diariamente. En otras, las más, dicho volumen debe establecerse como una estimación aproximada de acuerdo con la finalidad de la cámara.

En ambos casos es preciso hacer ciertas previsiones con curvas de entrada de mercancía en diversas épocas del año, combinadas con otras

curvas de máxima y mínima penetración de calor por el concepto de transmisión, ya que de lo contrario se corre el peligro de sumar una serie de máximos que pueden aventurar el buen funcionamiento de la cámara. Contrariamente a lo que podría suponerse, una cámara sobredimensionada puede ser tan o más defectuosa que una cámara escasamente equipada, ya que, una vez refrigerada la mercancía, el serpentín o el compresor, o ambos a la vez, resultan excesivos, lo cual puede dar lugar, si no se toman las debidas previsiones, a humedades relativas excesivas en el caso de un serpentín sobredimensionado, o a deshidrataciones también excesivas, en el caso de compresores sobredimensionados. Más adelante entraremos en el detalle de las medidas a adoptar para evitar estos inconvenientes.

De momento tengamos sólo presente que en una cámara de conservación, la entrada de mercancía debe guardar una prudente relación con la capacidad total de la cámara, evitando incurrir en el error de prever entradas excesivas.

Cuando las circunstancias especiales del frigorífico obligan a entradas masivas, es recomendable la solución de cámaras de pre-refrigeración en donde la mercancía se enfría intensamente para ser trasladada después a las cámaras de conservación. Este es el caso, por ejemplo, de las centrales hortofrutícolas o de los mataderos (oreo refrigerado).

El cálculo del calor a extraer de la mercancía es sumamente sencillo, ya que depende sólo de su temperatura inicial y final, su calor específico y su peso.

Tendremos:

$$^{\circ} \text{ kilos} \times C \times \Delta t = \text{Kcal.}$$

Así, por ejemplo, para enfriar 6.000 Kgs. de fruta con un calor específico de 0,85 desde 30 a 0°, se precisarán:

$$6.000 \times 0,85 \times 30 = 153.000 \text{ Kcal.}$$

Otra cuestión es el tiempo de enfriamiento. No está en nuestra mano el reducir este tiempo cuanto queramos.

Si tomamos por ejemplo canales de bovino, el espesor de la pieza implica un determinado tiempo para que el calor contenido en su centro salga a la superficie. También en este caso juega la fórmula de transmisión en la que S es la superficie de la pieza de carne, k su coeficiente de transmisión y Δt la diferencia entre la temperatura interior y la exterior.

Naturalmente, podemos incrementar el flujo de calor por unidad de tiempo, aumentando la diferencia de temperaturas, es decir, reduciendo la temperatura de la cámara. Pero esta reducción puede llevarse a cabo en principio tan sólo hasta la temperatura en que la carne em-

pezase a congelar lentamente, con la consiguiente merma de calidad, es decir, hasta $0/-2^{\circ}\text{C}$. Digo en principio, porque existen métodos llamados de refrigeración rápida, con los cuales la carne se mantiene *por etapas* a temperaturas sucesivas inferiores a su punto de congelación, parando cada etapa en el momento en que la cantidad de calor cedido no puede equilibrar una temperatura superficial superior a $0/-2^{\circ}\text{C}$.

Por otra parte la reducción del tiempo de enfriamiento implica la adopción de maquinaria más potente, entrando en juego la ventaja de una mejor calidad bajo el ángulo de una mayor inversión.

En cámaras normales resulta aceptable por cálculo de máximos y mínimos, que el volumen de entrada diaria de mercancía sea del del orden del 10 % de la capacidad total de la cámara, algo menos en cámaras de gran tamaño (1.000 m³ ó más).

Ahora bien, esto no significa que pueda entrarse este volumen sin más precauciones. Al entrar una mercancía caliente en una cámara fría, se produce una cierta cantidad de vapor debido a que la tensión parcial del vapor de la cámara es inferior a la tensión del vapor de la mercancía. Este vapor caliente tiende a condensarse sobre las superficies frías de la cámara, y por lo tanto, también se precipita sobre la mercancía existente. Para algunas mercancías, estas condensaciones resultan perjudiciales, y en estos casos debe procederse a un pre-refrigeración o a reducir la entrada directa a cámara para buscar un mal menor.

En mercancías embaladas, no debe olvidarse el incluir el embalaje en el cálculo de enfriamiento, ya que puede ser importante, máxime si se trata de embalaje de madera que no esté totalmente seca.

En el caso de fruta puede normalmente cubrirse correctamente este concepto añadiendo un 10 % al valor obtenido por el enfriamiento de la mercancía.

También por lo que respecta a fruta debe tenerse presente el llamado calor de maduración. La fruta es una mercancía «viva» y el proceso de maduración, que sigue después de recogida la fruta, produce un determinado volumen de calor, tanto más cuanto más alta sea la temperatura de conservación. Precisamente lo que se pretende al almacenar con frío la fruta, es retardar el proceso de maduración, por cuyo motivo se llega normalmente a las temperaturas más bajas posibles sin que perjudiquen el género.

También puede retrasarse el proceso de maduración «ahogando» la respiración de la fruta a base de mantener un índice elevado de anhídrido carbónico en el ambiente de la cámara. Este tipo de cámaras, llamadas de atmósfera controlada, conservan la fruta en condiciones óptimas, si bien su elevado precio debido a que la cámara ha de ser totalmente hermética y también al costoso equipo que se precisa, ha limitado su difusión.

El calor desprendido por la maduración varía según el tipo de fruta, manteniéndose entre 200 y 400 Kcal. por Tm. y día, para fruta ya refrigerada, y 1.300 a 1.500 Kcal. por Tm. para fruta recién entrada en la cámara. (Hasta 4.000 Kcal. para algunas especies, por ejemplo melocotón.)

Desde luego, hay otras múltiples facetas a tener en cuenta respecto al enfriamiento adecuado de una mercancía, pero estos detalles caen fuera del marco de este trabajo y pueden por lo demás encontrarse en la extensa literatura que en el mercado existe al respecto.

E) *Equivalente térmico de motores*

La energía no se puede perder, sólo puede cambiar de estado. Así sucede con el trabajo de los motores dentro de una cámara, el cual genera una cierta cantidad de calor equivalente a 632 Kcal. por C.V. consumido.

En las cámaras refrigeradas por circulación forzada de aire, la elección correcta de los ventiladores necesarios tiene la mayor importancia.

El ventilador, o los ventiladores, deben ser, en primer lugar, capaces de mover el aire necesario para poder transportar hacia el serpentín refrigerador la suma de calorías generadas por los diversos conceptos que hemos enumerado.

Un m.³ de aire a una determinada humedad relativa y temperatura, sometido a un proceso de enfriamiento de X grados puede transportar desde la cámara al serpentín una cantidad determinada de calor, que fácilmente se puede calcular tomando el contenido total de calor del aire a la entrada y el contenido total a la salida. Si consideramos que la humedad relativa a la salida del serpentín esté en el punto de saturación, obtendremos por ejemplo para un enfriamiento de 4.º con una humedad relativa del 85 % en la cámara alrededor de 1,6 Kcal. por m.³ de aire movido.

En estas condiciones si el cómputo total de calor de una cámara fuera por ejemplo de 10.000 Kcal/h. nos haría falta para transportarlas hacia el serpentín una cantidad mínima de $10.000 : 1,6 = 6.250$ m.³ de aire circulado por hora.

Ahora bien, no basta con calcular esta circulación mínima necesaria. También hay que comprobar si la velocidad que con este volumen de aire obtenemos a lo largo de la mercancía es la adecuada para conservarla en condiciones óptimas, puesto que en algunos casos es necesario regirse por la velocidad, por ejemplo con la fruta.

Normalmente un exceso de aire solamente produce un aumento en las mermas, debido a que alrededor de la mercancía el ambiente tiene una tensión atmosférica superior a la del resto de la cámara por causa de la propia humedad que desprende la mercancía. Si eliminamos este

ambiente húmedo y aportamos continuamente el aire más seco de la cámara, es evidente que provocaremos una mayor evaporación. En la fruta, no obstante, el fenómeno de la maduración y el desprendimiento de anhídrido carbónico, obliga a una ventilación excesiva si nos referimos tan sólo al transporte de calor.

De estas consideraciones se desprende claramente que el cálculo correcto de una cámara exige en cada caso la fijación del volumen óptimo de aire que hay que mover. Muchas veces se incurre en error en este aspecto, al adoptar serpentines standard que llevan ya incorporados ventiladores de determinada potencia, calculados normalmente para cubrir la capacidad del serpentín a una determinada velocidad del aire a su paso por él.

En el caso de la carne, por ejemplo, el volumen de aire de una cámara de conservación no puede ser idéntica para el ganado bovino que para el porcino, ya que para este último conviene mantener al máximo posible la humedad relativa mientras que una humedad demasiado alta produce en el bovino el conocido fenómeno de la mucosidad superficial.

Como cifras de control se pueden tomar:

Para cámaras de productos congelados: 10 a 15 veces por hora el volumen de la cámara.

Para cámaras de fruta: unas 25 a 35 veces (en pre-refrigeración hasta 120 veces).

Con este apartado completamos los elementos necesarios para el cálculo de una cámara y podemos ya analizar el equipo necesario para cubrir nuestra finalidad.

SERPENTINES REFRIGERADORES

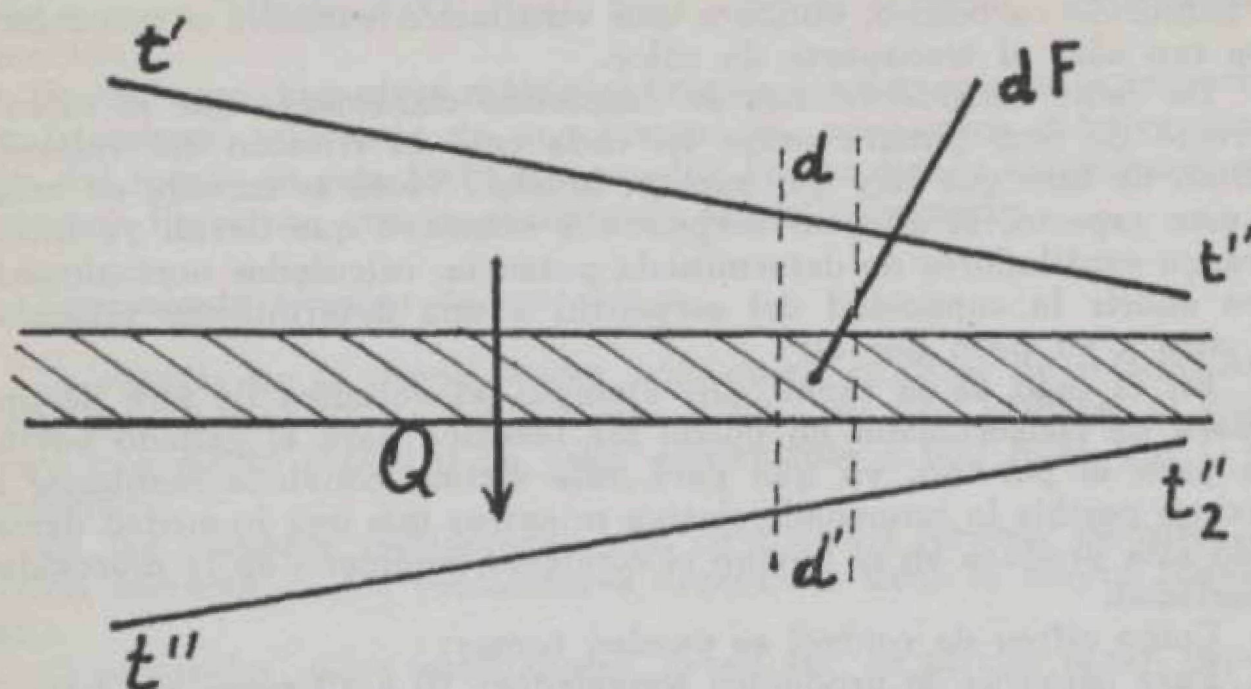
El problema más complicado en el cálculo de una instalación frigorífica es quizás el de la elección del tipo adecuado de serpentín refrigerador y aún más el de la comprobación de que el serpentín elegido dé el rendimiento necesario.

Al hacer una comparación de ofertas se incurre muchas veces en el error de relacionar simplemente superficies de serpentín, sin tener en cuenta su rendimiento real y otros factores muy importantes como son el de la humedad relativa, sistema de desescarche, tiempo de desescarche, tiempo de funcionamiento máximo y mínimo, relación del área frontal con la profundidad de serpentín, velocidad del aire, sentido de paso del aire, etc.

Para entrar en materia en este capítulo tan importante no queda más remedio que recurrir a las áridas matemáticas.

Consideremos por un momento el paso de dos fluidos a lo largo de una pared con una superficie total F . Por uno de los lados para un

fluido con la temperatura inicial t' y la temperatura final t'' , considerando que t' puede ser igual, mayor o menor que t'' .



Por el otro lado de la pared pasa otro fluido con una temperatura inicial t_1'' y una temperatura final t_2'' pudiendo también en este caso t_1'' ser igual, mayor o menor que t_2'' . Una cierta cantidad de calor atraviesa la pared por unidad de tiempo desde el primero al segundo fluido, con lo que de acuerdo con el segundo principio de la termodinámica admitimos que t' es mayor que t_1'' y t'' mayor que t_2'' .

Llamaremos a las diferencias:

$$\begin{aligned} t' - t_1'' &= \Delta t_1 \\ t'' - t_2'' &= \Delta t_2 \end{aligned}$$

Considerando el elemento dF de la superficie en cuestión, y suponiendo que en el primero de los fluidos exista una temperatura media d^1 y en el segundo d_1 tendremos un flujo de calor dQ desde el primero al segundo fluido, pudiendo llamar a la diferencia de temperaturas:

$$d^1 - d_1 = \Delta t$$

Para este elemento dF puede entonces aplicarse la ecuación:

$$dQ = dF \times k (d^1 - d_1) = k \times \Delta t \times dF$$

Por lo tanto, siendo así que para una determinada superficie F el flujo de calor es igual a una constante multiplicada por la diferencia de

temperaturas, será el flujo de calor correspondiente a $d\Delta t$ igual a dQ , el correspondiente a $d\Delta t$ igual a dQ , el correspondiente a Δt_1 igual a Q_1 y el correspondiente a Δt_2 igual a Q_2 . Si llamamos $Q_2 - Q_1 = Q$ será el flujo de calor con una diferencia de temperatura $\Delta t_2 - \Delta t_1 = Q$, de lo cual se deduce la relación:

$$\frac{Q}{dQ} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{d\Delta t}$$

Despejando dQ y sustituyendo:

$$\frac{Q \times d\Delta t}{\Delta t_2 - \Delta t_1} = k \times \Delta t \times dF$$

donde Q , $\Delta t_2 \times \Delta t_1$ y k son constantes. La fórmula puede también expresarse:

$$Q \times \frac{d\Delta t}{\Delta t} = k (\Delta t_2 - \Delta t_1) \times dF$$

Para esta ecuación sabemos que si $F = 0$, $\Delta t = \Delta t_1$ y para $F = F$ tendremos $\Delta t = \Delta t_2$, con lo cual tenemos los límites entre los que debe integrarse la ecuación.

$$Q \int_{\Delta t_1}^{\Delta t_2} \frac{d\Delta t}{\Delta t} = k (\Delta t_2 - \Delta t_1) \int_0^F dF$$

que da una vez integrado

$$Q \log \text{nat} \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = k (\Delta t_2 - \Delta t_1) \times F$$

o bien

$$Q = F \times k \times \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\log \text{nat} \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}} = F \times k \times \Delta t_m$$

Si consideramos ahora un serpentín refrigerador a la luz de esta fórmula, tendríamos por un lado, en el interior del tubo, una temperatura correspondiente a la presión de evaporación del líquido refrigerante, que sería constante a todo lo largo del tubo.

Por otro lado tendríamos la temperatura del aire a su paso a lo largo del serpentín. He considerado necesario desarrollar en detalle la fórmula para dejar sentado de una forma inequívoca que el cálculo del serpentín debe basarse en la temperatura media del aire a su paso por el serpentín, y no en la diferencia entre la temperatura de la cámara y la temperatura de evaporación. Aclaremos este concepto con un ejemplo práctico:

Supongamos una cámara de 0°C en la cual deben eliminarse 10.000 Kcal/h. Eligiendo una temperatura de evaporación de -10°C y disponiendo de un tipo de evaporador con una $k = 20$ Kcal/h por $^{\circ}\text{C}$ y m^2 , fijaremos que el serpentín deberá subenfriar el aire 3°C por debajo de la temperatura de la cámara.

Tomando el diferencial de temperatura entre la temperatura de cámara y la de evaporación, se obtendría un serpentín de:

$$\frac{10.000}{20 \times 10^{\circ}} = 50 \text{ m}^2$$

En el segundo caso, tomando la temperatura media del aire a su paso por el serpentín, que para mayor facilidad de comprensión tomaremos como media aritmética en lugar de logarítmica, tendríamos

Entrada de aire 0°C	\
— 3°C Salida de aire	—
	evaporación -10°C

$$\Delta t_m = \frac{10 + 7}{2} = 8,5$$

por lo tanto el cálculo de la superficie sería en este caso

$$\frac{10.000}{20 \times 8,5} = 58,9 \text{ m}^2$$

No debe confundirse el cálculo de un serpentín con los datos de catálogo de un determinado fabricante.

Para evitar confusión entre los técnicos para la selección de aparatos partiendo de un catálogo, es necesario que los catálogos se basen

en las mismas premisas, puesto que de lo contrario la comparación sería falsa. Por dicho motivo, durante la reunión de la Comisión Técnica n.º 3 de la CECOMAR, sostenida en París el 8 de febrero de 1968, se ha propuesto y adoptado el standard europeo para los catálogos de evaporadores con circulación forzada de aire, estableciendo que la diferencia de temperatura deberá entenderse como diferencia entre la temperatura del aire a la entrada del aparato y la temperatura de saturación del refrigerante correspondiente a la presión que rija en la tubería de aspiración.

Esta norma era conveniente como he dicho, para evitar confusionismos en las comparaciones, pero es necesario manejar las cifras correctamente sino se quiere caer en confusión precisamente por causa de la misma.

No hay que confundir la temperatura media del aire a su paso por el serpentín con la temperatura de la cámara, y por el ejemplo arriba citado los resultados son muy diferentes, siendo por otra parte el resultado correcto como se deduce del desarrollo de la fórmula, el de efectuar el cálculo con la temperatura media.

Además de la importancia de establecer un Δt correcto, es preciso considerar muchos otros factores para la comparación correcta entre dos serpentines. Los más importantes son:

- 1.º Tipo de aleta.
- 2.º Relación entre la superficie de aleta y la superficie del tubo.
- 3.º Separación entre las aletas.
- 4.º Material utilizado para la construcción del serpentín.
- 5.º Método de fijación entre el tubo y la aleta.
- 6.º Velocidad del aire a través del serpentín.
- 7.º Sistema de expansión (termostática, flotador, bomba, etc.).

Todos estos factores y algunos más que no viene al caso mencionar, llevan al establecimiento inequívoco del coeficiente de transmisión de un serpentín.

Según la construcción del aparato, este coeficiente puede variar entre límites amplísimos, por cuyo motivo sería totalmente absurdo hacer una comparación entre dos ofertas basándose tan solo en los m^2 de serpentín ofertados. Hay que analizar cuantas calorías pueden absorber estos m^2 .

Para ilustrar todavía más este aspecto del problema, supongamos $1 m^2$ de serpentín de tubo liso, comparado con $1 m^2$ de un serpentín que tuviera un tubo de $\frac{1}{2}''$ y una aleta de $1 m^2$. Es evidente que el rendimiento del primero ha de ser mucho mayor, si no por otro motivo, por el simple hecho de que el tubo está en contacto directo con el fluido refrigerante, mientras que la aleta, cuanto más se separa del tubo, más

va aumentando su temperatura, hasta llegar ésta a igualarse con la del aire, en cuyo momento, como sabemos, cesa la transmisión de calor.

La separación entre aletas tiene importancia en dos aspectos. El primero, debido a que cuanto más superficie de aleta haya en relación con el tubo, menor es el rendimiento por m^2 . El segundo se refiere a la formación de escarcha en el serpentín.

Es evidente que si en un serpentín la separación entre las aletas es grande, el espesor de escarcha que se forme sobre las mismas, si bien disminuirá su transmisión, no afectará en gran proporción el libre paso del aire a lo largo de ellas, mientras que si las aletas están sumamente juntas, la menor formación de escarcha taponaría el paso del aire.

Esto tendría menor importancia si se procediese a desescarchar más a menudo, pero recordemos a este respecto que el desescarche representa una aportación adicional de calor a la cámara, puesto que no todo el calor se utiliza para la fusión del hielo. Además, representa un tiempo determinado durante el cual el serpentín no es efectivo. Por lo tanto, al acortar el tiempo efectivo de funcionamiento, es preciso aumentar la potencia de la maquinaria para que haga el mismo trabajo en menos horas. Esta solución aparentemente tan sencilla tiene el inconveniente de encarecer la instalación por una parte y por otra de empeorar notablemente la uniformidad de temperatura de la cámara.

La separación entre aletas viene prácticamente dictada, dentro de un ritmo de desescarche normal, por la temperatura de la cámara, ya que cuanto más baja sea ésta, menor densidad tendrá la escarcha que se forme, es decir, mayor volumen.

En mi opinión, resultaría inaceptable proyectar, por ejemplo, una cámara para productos congelados a -25°C con serpentines de láminas con una separación de 6 mm, máxime si se prevé un tiempo de funcionamiento normal exagerado que no dé margen para desescarche. Aunque parezca increíble, se dan casos de esta índole en donde se han llegado a fijar 22 horas de marcha.

Por lo que se refiere al contacto de las aletas con el tubo, la construcción del serpentín ha de buscar soluciones en que los dos materiales tengan una ligazón total e íntima, para que el calor recibido por las aletas fluya hacia el líquido refrigerante sin entorpecimientos.

El coeficiente de transmisión está en íntima relación con la velocidad del aire a su paso por el serpentín, por lo que las cifras de volumen de aire y m^3 de serpentín obtenidas en el cálculo previo de la instalación, deben ser contrastadas de nuevo en la fase de realización de los distintos elementos.

Por último tiene la mayor importancia la forma de funcionamiento del serpentín, derivada principalmente del sistema de expansión o de circulación adoptado para el líquido refrigerante. El contacto de un líquido con una pared metálica es mucho más íntimo que el contacto

del gas producido por la evaporación de dicho líquido. Por este motivo, todo sistema de circulación que se base en una inundación total del serpentín tendrá un coeficiente de transmisión mucho más elevado que un sistema a base de gasificación parcial o total. El mismo serpentín funcionando con flotador o con circulación por bomba, dará un rendimiento más elevado que a base de válvulas termostáticas.

En la fig. 5 se dan a título orientativo los coeficientes de transmisión que pueden tener diversos tipos de serpentín. Naturalmente, dentro de un tipo determinado, una construcción más o menos esmerada, puede empeorar o mejorar las cifras que aquí indicamos.

FIGURA 5

COEFICIENTES DE TRANSMISION PARA SERPENTINES REFRIGERADORES
CON NH_3 , BASADOS EN UNA VELOCIDAD DE AIRE DE 4 m/s.
Y UNA HUMEDAD RELATIVA MEDIA DE UN 90 %

Tipo de serpentín	Sistema de regulación	Temperatura de cámara			
		+5°C	0°C	-20°C	-30°C
Serpentín de pared (tubo liso)	Termostática	—	11	9	8
	Inundado	—	13	11	10
Serpentín de pared (aletas lisas)	Termostática	—	8	7	6
	Inundado	—	9	8	7
Serpentines para aire forzado:					
Aleta helicoidal arrugada (Paso 20 mm) tubo 1 1/4" altura 25 mm)	Termostática	—	12	11	10
	Inundado	—	14	12	11
Aleta helicoidal lisa (Paso 10 mm) tubo 1 1/4" altura 30 mm)	Termostática	—	13	10/11	8
	Inundado	—	19	17/18	13/14
	Termostática	—	17	13/14	10/11
	Inundado	—	24	21/22	17/18
Serpentín de láminas:					
Paso 6 mm	Termostática	14	10	—	—
	Inundado	17	13	—	—
Paso 12 mm	Termostática	—	12/13	—	—
	Inundado	—	15/16	—	—
Paso 18 mm	Termostática	—	—	10/11	7/8
	Inundado	—	—	15/16	13/14

HUMEDAD RELATIVA

Hasta ahora hemos hablado de superficies de transmisión y de Kcals/h de rendimiento de los serpentines. Con estos dos factores tendríamos suficiente para calcular un serpentín con el cual pudiéramos rebajar la temperatura de la cámara hasta el nivel deseado. Por esto no es suficiente, pues hay un extremo muy importante, cual es la *humedad relativa* que depende directamente de la dimensión del serpentín y de su temperatura de evaporación.

Si comparamos este caso con el de una instalación de calefacción, queda muy claro que una determinada habitación se puede calentar a base de un radiador muy pequeño, pero con una temperatura de agua muy elevada (lo cual supone una caldera muy grande) o bien con un radiador amplio con una temperatura baja (caldera pequeña), es decir, siempre se cumple la condición de que el calor total es directamente proporcional a la superficie radiante por la diferencia de temperaturas.

En una instalación frigorífica sucede lo mismo si comparamos la caldera con el compresor y el serpentín con el radiador, pero con una diferencia que es fácil de comprender.

Supongamos que nos encontramos en una habitación caldeada, en invierno, con varias personas, y que en el exterior rige una temperatura muy baja. El vapor producido por la transpiración de las personas se condensa rápidamente en los cristales de las ventanas de la habitación, tanto más cuanto más baja es la temperatura exterior. Los que hayan estado en países nórdicos habrán incluso visto como este vapor llega a formar escarcha sobre el cristal cuando la temperatura exterior es muy inferior a 0°C.

¿Por qué? Simplemente porque la temperatura del cristal está por debajo del llamado punto de rocío del aire. A una determinada temperatura un m³ de aire puede contener una determinada cantidad de vapor, tanto menos cuanto más baja sea su temperatura. Por dicho motivo, cuando tenemos en un local determinado una superficie más fría que el ambiente del local, el aire en contacto con dicha superficie, precipita parte de su humedad sobre la superficie, tanto más cuanto más fría es ésta.

Por lo tanto, si nos interesa enfriar el local robándole el mínimo posible de humedad tendremos que utilizar una superficie cuya temperatura esté lo menos posible por debajo de la temperatura ambiente. Es decir, reduciendo el Δt se obtiene mayor humedad. Si observamos la fórmula que hemos desarrollado y despejamos el término correspondiente a la superficie, podemos escribir

$$F = \frac{Q}{k \times \Delta t_m}$$

Para eliminar totalmente la precipitación de humedad en el aire tendríamos que obtener una saturación total del mismo, lo cual en la práctica y matemáticamente, según se desprende de esta ecuación, sólo sería posible si $\Delta t_m = 0$. Como sea que k tiene un valor finito, para cumplir esta condición tendría F , o sea la superficie del serpentín, que ser infinita, lo cual es económicamente inaceptable.

Otra solución, dada una superficie determinada, es la de disminuir Q , o sea la entrada de calor, y de aquí se desprende la importancia

que tiene el que una cámara esté correctamente aislada, ya que una vez fría una mercancía (prescindiendo del eventual calor de maduración) toda fuente de calor proviene del exterior, puesto que incluso el calor latente resultante de la pérdida de vapor o merma de peso de dicha mercancía, tiene que tomar de dicha fuente la energía necesaria para evaporar la humedad, o sea que, en definitiva, el serpentín recibirá una parte del calor transmitido directamente desde las paredes en forma de calor sensible y otra parte en forma de calor latente al condensarse sobre los tubos el vapor que proviene de la mercancía.

En la práctica se puede observar en cualquier cámara frigorífica que las mermas producidas durante el invierno siempre son más bajas que en verano, precisamente por quedar reducida la entrada de calor de la cámara.

Este fenómeno puede llevar al problema de que un serpentín correctamente dimensionado para las condiciones de verano, resulte excesivo en época de invierno. Cada mercancía requiere para su óptima conservación un grado determinado de humedad relativa. Un exceso de humedad puede ser tan perjudicial como una falta de humedad.

Por este motivo conviene a veces dividir la superficie de los serpentines en la misma proporción aproximada que la carga de invierno y verano.

Pretender, en una instalación frigorífica normal, la obtención de un grado de humedad determinado exacto es una utopía. Para ello sería preciso instalar un acondicionamiento de aire completo con refrigeración, calefacción e incluso humectación.

Desde el punto de vista práctico y dentro de una economía normal, lo que se debe hacer es calcular el serpentín para la humedad máxima requerida y, caso de desear una regulación automática al menos de la humedad, instalar conjuntamente con el serpentín una superficie calefactora, que puede ser eléctrica, regida por un higrostató. Entonces en el caso de que la humedad sobrepase del límite deseable, el higrostató entra en funciones conectando la superficie calefactora, con lo cual lo que sucede en realidad es que aportamos calor a la cámara y conseguimos que el serpentín trabaje más tiempo que el normal eliminando mayor cantidad de humedad.

Sería sumamente difícil aquí dar un método para la fijación de la superficie del serpentín en relación con la humedad relativa deseada, puesto que este factor depende de muchas variables, para nombrar algunas, el volumen de aire, coeficiente de transmisión, superficie frontal en relación con la profundidad del serpentín, temperatura de evaporación, gradiente de temperatura de entrada y salida del aire, calor latente, calor sensible, etc.

Para el caso que nos ocupa, es decir, la posible comparación de ofertas, sería no obstante suficiente dar una pauta aproximada que

podríamos definir en relación con la diferencia media de temperatura entre el aire a su paso por el serpentín y la temperatura de evaporación en la siguiente forma:

Para cámaras de 0°C con humedades relativas del 85 al 95 %:
 $\Delta t_m = 7$ a 9 .

Para cámaras de -20°C con humedades relativas del 87/95 %:
 $\Delta t_m = 5$ a 6 .

Para cámaras de -30°C con humedades relativas del 87/95 %:
 $\Delta t_m = 4$ a 5 .

Estas diferencias de temperatura se entiende para el cálculo de la cámara en plena carga, es decir, con entrada de mercancía, con lo que lógicamente en conservación pura, una vez fría la mercancía, al disminuir la Q , el Δt será en realidad mucho más bajo que el indicado.

COMPRESOR

Una vez determinados los serpentines de las cámaras con sus capacidades unitarias tanto en régimen de carga como en régimen de conservación, podemos determinar el compresor adecuado para la instalación.

Ante todo hay que ponderar cuál será la entrada total de mercancía pero no como una suma de las entradas parciales para las cuales han sido calculados los serpentines de cada cámara, ya que lógicamente no va a entrar en el frigorífico dicha suma, tanto menos cuanto mayor sea la instalación, sino basada en la realidad de la entrada. Muchas veces, las más, el usuario desconoce este dato, por lo que hay que juzgarlo de acuerdo con una experiencia adquirida en otros casos similares.

Una vez de acuerdo respecto a dicha entrada, sumaremos las calorías de todas las cámaras de una misma gama de temperatura en régimen de conservación, añadiendo el calor correspondiente al enfriamiento de mercancía. Si el frigorífico es polivalente, es suma deberá hacerse, como es lógico, para cada gama de temperaturas.

Podemos entonces elegir el compresor rigiéndonos por las horas de trabajo para las cuales han sido calculados los serpentines y de acuerdo con las temperaturas de evaporación que hayamos fijado al elegir el Δt_m .

Estas condiciones relativas a la parte de baja presión deben conjugarse con las condiciones de alta presión, es decir con la presión de condensación.

Así obtenemos las Kcal/h que debe poder bombear el compresor a una determinada temperatura de evaporación y otra temperatura de condensación.

Normalmente las tablas de capacidades de compresores de las distintas marcas llevan estos datos.

Ahora bien, en las ofertas es muy frecuente que se indiquen las capacidades de compresor en las llamadas condiciones standard, de las cuales hay dos modalidades, la europea y la americana. La primera, de la capacidad evaporando a -10° y condensando a $+25^{\circ}$, mientras que la segunda la fija evaporando a -15° y condensando a $+30^{\circ}\text{C}$.

En otros casos, hay ofertas que dan las capacidades a las temperaturas de trabajo. Y a veces pueden verse ofertas con capacidades que no se refieren a ninguna temperatura determinada.

Por otra parte, sucede a veces que el constructor elige un compresor a un régimen reducido de revoluciones, en cuyo caso la capacidad a temperatura de trabajo no refleja exactamente la capacidad real que se adquiere, es decir, el costo en relación con la capacidad máxima.

Todo este confusionismo puede ser evitado fácilmente si se exige en las ofertas que además de la capacidad en Kcal/h se indique el desplazamiento volumétrico de los compresores a las revoluciones previstas en régimen de trabajo y a las revoluciones máximas que puede tolerar la máquina. Con este dato no cabe ninguna confusión, puesto que la comparación es entre volúmenes, y la única diferencia que puede haber es en el rendimiento de la máquina, es decir, calorías referidas a volúmenes. Entre máquinas modernas, bien construidas, los rendimientos difieren muy poco.

¿Qué tipo de máquina elegir? Estamos en una época de transición entre la máquina clásica vertical a bajo régimen de revoluciones, las máquinas semi-rápidas, también algo anticuadas, con carrera relativamente larga, pistones de fundición de hierro, etc., y las máquinas rápidas modernas de carrera corta, pistones de aleación ligera, equilibrado dinámico, etc. a alto régimen de revoluciones (de 750 a 1.000 r.p.m. para compresores de gran tamaño y de 1.000 a 3.000 para compresores medianos y pequeños).

Por otra parte, se encuentran en el mercado los compresores centrífugos, los rotativos y los de tornillo.

No voy a entrar en detalle sobre las ventajas de una y otra máquina, ya que mi criterio podría resultar algo subjetivo por ser parte interesada, simplemente deseo enumerar una serie de condiciones que a mi entender deben ser básicas para una instalación de concepción moderna.

Como hemos visto, la carga en una cámara puede ser sumamente variable. Si ahora consideramos un frigorífico con varias cámaras, las puntas de carga máxima y mínima se producen con mayor intermitencia, ya que en un momento dado pueden quedar fuera de funcionamiento una o varias cámaras de un circuito por haber alcanzado su temperatura, mientras que en otros momentos puede sumarse al funcionamiento de todas las cámaras una entrada masiva de mercancía.

Por lo tanto, la primera condición debe ser la de una flexibilidad en la potencia instalada. Esto se consigue tan solo con una regulación de capacidad. Esta regulación en su forma más simple podría ser a base de instalar gran número de compresores de pequeña cilindrada y efectuar la regulación por paro y arranque de máquinas enteras. Como es lógico, esta fórmula un tanto arcaica no resulta rentable ni práctica. La solución correcta estriba en poder contar con máquinas de una potencia adecuada al tamaño de la instalación, pero que lleven incorporado un sistema efectivo de regulación que pueda variar el volumen aspirado y *en la que la potencia absorbida mantenga una relación con la carga instantánea de la máquina*. Toda solución a base de by-pass a una cierta altura de la carrera del cilindro no puede considerarse en realidad como regulación efectiva de capacidad, ya que se basa en empeorar el rendimiento de la máquina y por otra parte debido a la recirculación de gases calientes no puede utilizarse durante largo período sin riesgo de producir un gripado en los cilindros por recalentamiento de los mismos.

Desde luego existen formas externas a la máquina para poder no ya regular la capacidad, sino mantener una evaporación constante en un cierto sector del circuito, como son los sistemas a base de válvulas de presión constante, pero estos sistemas deben en realidad utilizarse como complemento de la regulación de capacidad de la propia máquina, puesto que sirven para afinar de forma secundaria la temperatura de aspiración, pero no actúan sobre la potencia del compresor.

La segunda condición debe ser que esta regulación de capacidad se complemente con un paro y arranque automático de los compresores, ya que dada la intermitencia de fluctuaciones de carga no es posible o por lo menos no resulta práctico, tener a un maquinista continuamente pendiente del paro y arranque de las máquinas. El complemento ideal para una regulación realmente correcta es que además de paro y arranque automático, el sistema de regulación de capacidad también sea automático.

La tercera condición debe referirse a la seguridad de marcha de la instalación a base de elegir, a ser posible, máquinas de tipo uniforme, interconectadas de forma que cualquiera de ellas pueda sustituir a otra en caso de avería. Esta interconexión es básicamente sencilla de efectuar, pero naturalmente implica una cierta inversión en válvulas y colectores que en mi opinión queda sobradamente compensada por la seguridad de funcionamiento.

La elección de máquinas de tipo uniforme tiene, por otra parte, la ventaja de poder tener un stock reducido de recambios, pudiendo hacer frente con ello a cualquier emergencia. A este respecto conviene recordar lo interesante que resulta el poder efectuar una eventual reparación con la máxima rapidez. De ello se deduce la conveniencia de elegir

máquinas cuya reparación pueda efectuarse «in situ». Para ello resultan ideales los compresores con camisas de cilindro sueltas recambiables, ya que en este tipo de máquinas incluso una avería tan grave como un gripazo puede solucionarse rápidamente sobre el lugar, mientras que en compresores con cilindros fijos es imprescindible trasladar la máquina al taller para proceder a su mandrinado y encamisado.

Por último, es conveniente recordar la importancia de tener recambios disponibles con la máxima rapidez y en este aspecto es obligado recurrir a marcas establecidas en nuestro país, con un servicio técnico que garantice la atención de la instalación.

CONDENSADORES

El último complemento esencial de la instalación es el condensador. Para su elección es preciso considerar ante todo la disponibilidad de agua en el lugar de la instalación. El eventual usuario del frigorífico debe tener presente que el agua abundante y a precio barato, es la base para el funcionamiento económico de la instalación. Todo aumento de la presión de alta se refleja en un consumo más elevado. Debe tenerse presente este extremo al elegir el terreno para edificar una instalación frigorífica.

Y también debe tenerse presente al fijar la superficie de condensación. Nunca es rentable elegir un condensador escaso. La mayor inversión que pueda suponer la elección de superficies amplias de condensación, queda rápidamente compensada por el ahorro notable en el consumo de la instalación.

Los condensadores pueden ir refrigerados por aire o por agua. Los primeros se utilizan tan solo para pequeñas potencias en cámaras comerciales. De los segundos existen diversos tipos de construcciones, entre las que destacan:

Condensadores verticales, consistentes en una envolvente metálica con placas extremas perforadas a las cuales van fijados una serie de tubos. Por el interior de los tubos pasa el agua de refrigeración y en el espacio entre el tubo y la envolvente se produce la condensación del gas. En este tipo de condensador el agua cae por gravedad y puede considerarse que el consumo de agua es el máximo.

Condensadores horizontales, similares a los descritos pero provistos con tapas extremas que dirigen el circuito de agua pasando ésta en serie por varios tubos. Puede conseguirse en ellos una mayor economía en el consumo de agua.

Condensadores evaporativos, utilizados en aquellos casos en que existe escasez de agua. En estos condensadores se provoca una evaporación del agua de enfriamiento que rocía los tubos del condensador para conseguir, gracias al calor necesario para la evaporación del agua, una

refrigeración del resto del volumen de agua que se circula en circuito cerrado. En realidad puede considerarse este tipo de condensador como una combinación de un condensador normal y una torre de refrigeración de agua. Debe hacerse la advertencia que en lugares con aguas sumamente calcáreas no es conveniente su aplicación por producirse rápidamente una capa de tosca en los tubos, que disminuye su rendimiento, siendo bastante engorroso la limpieza de la tosca.

El rendimiento de un condensador vertical oscila alrededor de 3.500 a 4.500 Kcal/h por m^2 . El de los horizontales puede calcularse alrededor de las 700 Kcal/h m^2 y $^{\circ}C$ multiplicado por la raíz cuadrada de la velocidad del agua, si bien este dato puede variar bastante según la construcción y según el material empleado.

Con este capítulo hemos llegado al final del estudio de los elementos principales de una instalación.

Para una correcta comparación de precios es sumamente importante tomar en consideración los elementos auxiliares, tales como los automatismos, valvulaje, separadores de líquido, volúmenes de recipiente, elementos de seguridad, etc.

Sería demasiado complicado entrar aquí en detalle de cada uno de estos apartados que puede, no obstante, ser decisivo en el precio de una instalación, por lo que simplemente llamo la atención del eventual usuario para que en un tabla comparativa relacione estos elementos.

Como síntesis de lo expuesto, he de hacer hincapié en que no es posible efectuar una comparación correcta entre dos o más ofertas, remitiéndose tan solo a su precio en relación con algunos capítulos sobresalientes como son la potencia instalada en C.V. o bien los m^2 de serpentín, sino que es preciso hacer un análisis más profundo tomando punto por punto cada uno de los elementos de la instalación.

Para facilitar este posible análisis y asegurar que no se eche en olvido algún punto esencial, he intentado resumir los datos preciso en la tabla o especificación que encontrarán Vds. al final de esta disertación.

Si el usuario recaba de las casas constructoras los datos exactos contenidos en esta tabla, estará en posición, eventualmente con la ayuda de un asesor técnico, de definir exactamente qué es lo que se le ofrece y juzgar si una instalación aparentemente barata, en realidad, es cara, o bien una instalación al parecer cara, en último extremo, pueda ser la más barata.

Cámara n.º

Aplicación

Temperatura °C

Humedad relativa %

m² planta

Altura neta m

m³

m² superficie transm. {
paredes, suelo y techo }

Capacidad almacén

Entrada diaria Tm

Temperatura entrada °C

Temperatura final °C

Cargas térmicas (Kcal/día)

Transmisión

Renovación

Maduración

Mercancía

Embalaje

Varios

Ventiladores

Total en carga Kcal/día

Total en conservación Kcal/d.

Tiempo de } en carga h/d.
funciona. } en conserv. h/d.

EVAPORADORES (Especificar si son de aleta helicoidal lisa o arrugada o de lámina).

Nº de unidades

Tipo

Separación entre aletas mm

Altura de aleta mm

Relación de superficie por m l m²
aleta + tubo/m² aleta

Temperatura de evaporación °C

Diferencial de temperatura

Coefficiente de transmisión
Kcal/h/m²/°C

Superficie a instalar (total)
m²

Sistema de expansión
(termostática, flotador,
bomba, etc.)

Volumen interior de tubo litros

Volumen separador del evaporad.
litros

Sistema de desescarche
(si eléctrico indicador kW)

Manual o automático

VENTILADORES

Marca y tipo

Unidades por evaporador

Unidades en total

Caudal unitario m³/h

Presión estática m.c.a.

Presión total m.c.a.

Potencia motor

Control de «barrido»
volum. total/volum. cámara
m³/h/m³

AUTOMATISMOS

Termostato tipo

Solenoide líquido

Solenoide aspiración

Válvulas presión constante

Otros automáticos

Relojes automáticos

Higrostats

Resistencias de deshumidif.

COMPRESORES

(Refrigerante R-717 / R-12 / R-22 / R-502
(NH₃))

Arranque: Automático/manual
Paro: Automático/manual

Servicio

Unidades

Marca y tipo

R.P.M. máximo/instalado

Desplaz. volum. u/max. m³/h.

Desplaz. volum. total m³/h inst.

+25/+15/—10 Kcal/h. }
Capacidad nominal }

emp. régim. } Impuls. °C
Aspir. °C

Capacidad a régimen Kcal/h.

Regulación capacidad }
automática/manual }

H.P. absorbidos

Motor: Marca
r.p.m.
H.P.
Tipo

Arrancador: Marca
Tipo

Voltaje red

CONDENSADORES

Tipo: _____ Unidades _____
 Superficie unitaria: m^2 Total: m^2
 Agua: Procedencia: pozo / red / mar / río
 Calidad: calcárea / salada / sucia / limpia
 Temperatura: invierno: $^{\circ}C$. Verano: $^{\circ}C$
 Consumo de agua:
 Máximo: m^3/h . Aumento de temperatura $^{\circ}C$
 Mínimo: m^3/h . Aumento de temperatura $^{\circ}C$
 Rendimiento previsto para los condensadores a plena carga:
 $Kcal/h\ m^2\ ^{\circ}C \times\ ^{\circ}C = Kcal/h\ m^2$

OBSERVACIONES:

SEPARADORES GENERALES

Circuito

Tipo: automático/manual

Diámetro:

mm

Volumen:

litros

OBSERVACIONES: Indicar si cada serpentín lleva separador propio: Si/No.

RECIPIENTE DE LIQUIDO:

unidades

Dimensiones L =

$\varnothing =$

mm

Capacidad:

litros

Recipiente auxiliar: de desescarche: Capacidad

litros

CUADRO DE VALV. INTERCONEXION

Total / Parcial

N.º de válvulas:

dimensión

OBSERVACIONES:

Cadena del Frío y Transportes Frigoríficos

por Michel Anquez

Director Adjunto del Instituto Internacional del Frío

1. INTRODUCCIÓN

La cadena del frío

La expresión «cadena del frío» (o cadena frigorífica) parece que ha sido utilizada por primera vez hacia 1908 por BARBIER, que fué Secretario General de la Asociación Francesa del Frío y Director del Instituto Nacional del Frío.

Esta imagen se deriva también de otro símbolo, el «*trepied frigorifique*», cuya paternidad pertenece a MONVOSIN, que se proponía precisar las condiciones esenciales de una buena conservación por frío de productos perecederos:

— «producto sano», pues el frío, procedimiento físico de conservación, no suprime los factores de alteración de los artículos alimenticios; les impide actuar, pero no puede pretender devolver a un producto caduco una frescura que ha perdido;

— «frío precoz», pues es importante que el frío intervenga a partir del momento en que el producto ha sido recolectado, prescado o muerto; si no, los factores de alteración actúan rápidamente y el producto corre peligro de perder su calidad inicial;

— «frío continuo», lo que quiere decir que los artículos perecederos deben someterse al frío a lo largo de un periplo que separa la producción del consumo. El «frío continuo» es otra manera de expresar la noción «cadena del frío».

Mi amigo VERLOT, hacia 1943, definió con precisión este concepto. Tomemos, pues, los términos que él empleaba en la Revista «Froid», de noviembre de 1943: «De una manera teórica, debe entenderse como cadena frigorífica el conjunto, tanto de técnicas como de métodos y de medios que engendran, concebido y dirigido con vistas a crear y a respetar integralmente, para un artículo perecedero determinado (del lugar de su producción hasta el punto de su consumo o de su utilización industrial), las condiciones óptimas de temperatura que permitan estabilizar la totalidad de las calidades iniciales de este artículo, tanto físicas como biológicas, químicas, físico-químicas y organolépticas». «Cada operación», continúa VERLOT, «bien sea representada por un método de trabajo o por una herramienta técnica, constituye un eslabón de esta cadena»; ...«todos estos eslabones deben presentar entre ellos la característica esencial de una interpenetrante y constante unión».

«Estos eslabones de la cadena del frío pueden clasificarse en dos grandes categorías: unos son los *eslabones fijos*, constituidos por todos los establecimientos donde el producto es tratado y conservado; tales como las instalaciones frigoríficas especializadas al nivel de la producción (estaciones fruteras frigoríficas; bloques frigoríficos de matadero; cámaras frías de las fábricas lecheras, etc.) durante su almacenamiento a largo plazo (almacenes frigoríficos públicos), así como en el estadio de consumo (cámaras de almacenes al por mayor o al detall, mostradores para productos congelados o refrigerados, que deberían encontrarse en todas las tiendas de alimentación). Los otros *eslabones* son *móviles*: son todos los medios de transporte bajo temperatura dirigida, que todos los productos deben utilizar para pasar de un eslabón fijo al otro.

En nuestros días, la expresión «cadena del frío» no presenta el carácter monolítico que se le daba antiguamente. Hoy se tiende a emplear el plural y hablar de «cadenas del frío».

Se impone formar dos grandes categorías en función de las temperaturas a las que se someten los artículos perecederos.

La cadena del frío de los productos refrigerados en la que las temperaturas se mantienen constantemente por encima de 0°C. se diferencia de la *Cadena del frío de los artículos congelados*, que se conservan y transportan a temperaturas más bajas, iguales o inferiores a — 18°C. Y además se tiende incluso a hacer intervenir *cadenas de frío específicas* de acuerdo con los productos: la cadena del frío de la carne, que parte del Matadero para acabar en la carnicería pasando por un vehículo refrigerante o frigorífico; la cadena del frío de la leche, cuyo origen se sitúa en la granja donde la leche es enfriada y cuyos eslabones sucesivos están constituidos por la cisterna isoterma que transporta la leche a la central lechera, donde esta leche es pasteurizada y acondicio-

nada en los envases de venta, y de donde se reparte hacia los mostradores frigoríficos de las tiendas al detall, utilizando los medios de transporte que, en los climas cálidos, deben estar refrigerados para evitar la alteración de este artículo. Aún no se trata mas que de dos ejemplos sencillos porque el lapso de tiempo que separa la producción del consumo no sobrepasa de unos días para la leche y unas semanas para la carne refrigerada. A menudo, cuando la conservación se escalona varios meses: frutas de invierno refrigeradas, huevos refrigerados, productos congelados de toda clase, las cadenas del frío desde luego individualizadas, convergen hacia el almacén frigorífico polivalente; desde allí los artículos toman frecuentemente nuevos canales específicos para alcanzar los puntos de venta. Se mide así la complejidad del concepto de cadena del frío. Sin embargo, se encuentran siempre los dos eslabones esenciales; eslabones fijos de un lado: tratamiento, conservación y distribución, y eslabones móviles de transporte del otro. A todo lo largo de estas JORNADAS, se han consagrado los informes a los eslabones fijos de las cadenas del frío: bloque frigorífico de matadero, fábricas de conservas de pescado, estaciones fruterías, almacenes frigoríficos polivalentes. Para completar esta información, es necesario dar algunas indicaciones sobre los eslabones móviles de las cadenas del frío, como son los transportes bajo temperatura dirigida.

2. LOS TRANSPORTES BAJO RÉGIMEN DE FRÍO

Los artículos pueden utilizar toda una serie de medios de transporte: por tierra, ya se trate del tren o de la carretera, por mar o por aire. Los vehículos utilizados difieren entre sí mucho de un caso al otro: vagones, remolques mixtos (rail-route), containers, camiones, remolques, semirremolques, barcos de carga, chaluteros, aviones de carga, etc. Esta diversidad de medios de transporte hace más difíciles las comparaciones y un análisis cartesiano.

Los transportes terrestres han sido objeto de los estudios más profundos, tanto en el plan de la reglamentación como en materia técnica. Los transportes por mar, que evocaremos rápidamente, se caracterizan por el hecho de que, generalmente, permiten no sólo mantener los productos a una temperatura determinada, sino también proceder a la refrigeración de los artículos, lo que entraña, naturalmente, un aumento de la potencia frigorífica instalada. En fin, los transportes aéreos de artículos perecederos, de los que no diremos más que algunas palabras, pues aún no han alcanzado su madurez técnica y comercial.

2.1. TRANSPORTES TERRESTRES

2.11. Clasificación y reglamentación

Los vehículos terrestres dedicados al transporte de los artículos perecederos están sometidos a una reglamentación específica desde 1952 en Francia. El decreto interministerial del 10 de diciembre de 1952, modificado por decreto de 12 de diciembre de 1958, constituye la Carta del transporte frigorífico terrestre. Poco después de 1952, la Comisión Económica para Europa, de la Organización de las Naciones Unidas, deseosa de extender esta reglamentación adaptándola al conjunto de las naciones europeas, ha pedido al Instituto Internacional del Frío que establezca un estudio técnico sobre el transporte terrestre de los artículos perecederos en Europa; el Consejo Técnico del Instituto ha creado en 1954 un grupo de trabajo especializado cuyas conclusiones han sido transmitidas en abril de 1955 al Comité de Transportes Interiores de la Comisión Económica para Europa (C. E. E.). Estas recomendaciones, ligeramente modificadas, han sido adoptadas en 1958; las definiciones y condiciones de temperatura para el transporte de los artículos perecederos, recomendada por el I. I. F. han sido recogidas en el «Acuerdo relativo a los vehículos especiales para el transporte de los artículos perecederos y a su utilización para los transportes internacionales de ciertos artículos», según acuerdo establecido el 15 de enero de 1962 por la C. E. E.

Esta reglamentación y este acuerdo contienen primero las definiciones de vehículos:

Se llama *vehículo isoterma*, aquel en el que la «caja está construida con paredes aislantes, comprendidas las puertas, el suelo y el techo, permitiendo limitar los cambios de calor entre el interior y el exterior de la caja, de tal manera que el coeficiente global de transmisión térmica (factor K), sea inferior o igual al 0'6 para el vehículo llamado «normal» y a 0'35 para el vehículo «reforzado». Este vehículo no dispone de ninguna fuente de frío a bordo.

El *vehículo refrigerante* es un «vehículo isoterma que, con la ayuda de una fuente de frío (hielo hídrico, con o sin adición de sal, nieve carbónica, con o sin reglaje de sublimación; placas eutécticas, etc.) además de un equipo mecánico de absorción exterior que hace bajar la temperatura del interior de la caja vacía y de mantenerla durante doce horas por lo menos, para una temperatura exterior media de $+25^{\circ}\text{C}$. a 5° ó -18°C . según la clase del vehículo. El o los compartimentos reservados al agente frigorígeno deben poder cargarse desde el exterior del vehículo. La fuente de frío de estos vehículos no es autónoma; se agota con el tiempo. Desde 1962, otros agentes frigorígenos han sido puestos a punto y utilizados comercialmente, sobre todo los agentes licuados (CO_2 líquido, N líquido, aire líquido).

El vehículo frigorífico es un «vehículo isoterma dotado de un dispositivo de producción de frío (grupo mecánico de compresión, de absorción, etc.) que permite, para una temperatura media exterior de $+30^{\circ}\text{C}$., bajar la temperatura en el interior de la caja y mantenerla de una manera permanente, a un valor deseado y prácticamente constante». Este valor, según la clase de vehículos, está comprendido entre $+12^{\circ}$ y 0° , -10° ó -20° .

Los textos prevén además que el control de conformidad con las normas tendrá lugar en estaciones de pruebas especializadas; existe un cierto número de estas estaciones en Francia, en Alemania, en Italia, en Austria; España, igualmente, ha previsto la construcción de túneles de ensayo. El acuerdo internacional ha definido los métodos a utilizar por estas estaciones (enfriamiento y calentamiento). El acuerdo precisa las condiciones de temperatura a las cuales un cierto número de artículos deben someterse durante el transporte (por ejemplo, entre 0° y $+6^{\circ}$ para la leche fresca y pasteurizada, entre 0° y $+7^{\circ}$ para la carne).

Se dispone de un arsenal muy completo de disposiciones reglamentarias o de recomendaciones técnicas que han permitido construir un parque de vehículos de transporte de gran calidad; añadamos que a partir de entonces, se han emprendido toda una serie de estudios, particularmente bajo los auspicios del Instituto Internacional del Frío, con ocasión de las reuniones de las Comisiones o Congresos; y han dado como resultado nuevas informaciones muy interesantes para los constructores y usuarios.

¿Hasta dónde hemos llegado?

2.12. *Las cualidades fundamentales de un vehículo de transporte*

Los chasis de un vehículo especializado para el transporte de artículos perecederos no presentan particularidades especiales, hasta pueden no existir: se trata del container, cuyo empleo se desarrolla actualmente.

La caja por el contrario debe construirse y estar equipada en función de la explotación prevista, lo que trae aparejadas las condiciones siguientes:

— solidez: la caja debe ser rígida, indeformable, resistente a los choques y al uso; debe poder soportar todos los esfuerzos estáticos y dinámicos de la carga, de la descarga y del viaje;

— ligereza: este punto es sobre todo importante para los vehículos de carretera; durante mucho tiempo la ligereza se oponía a la solidez; el empleo de materiales plásticos ha permitido atenuar sensiblemente esta contradicción.

— facilidad de limpieza y mantenimiento: los revestimientos interiores deben ser lisos, inalterables, lavables con agua corriente, sin acción sobre los productos transportados;

— isoterminia: esta cualidad está ligada a la elección de los materiales aislantes, que deben presentar en primer lugar un débil coeficiente de conductividad e igualmente una débil higroscopicidad, puesto que se sabe que la introducción de agua en un aislante disminuye considerablemente sus cualidades. La impermeabilidad al aire del revestimiento externo es también un factor importante, pues los cambios térmicos aumentan rápidamente con la velocidad del vehículo: aumentan en un 30 % cuando se pasa de una velocidad cero a una de 60 km/hora y en un 66 % para una de 80 km/hora.

2.13. Los vehículos isotermos

Para los vehículos isotermos, se presentan dos problemas: ¿qué aislante se debe escoger?, ¿qué modo de construcción de la caja se debe adoptar?

Los materiales aislantes más utilizados actualmente parecen ser:

— la espuma de poliestireno, buen aislante, bastante barato, pero presentando una cierta retracción a baja temperatura, lo que hace poco apto este material para el aislamiento de los vehículos de transporte de artículos congelados;

— la espuma de cloruro de polivinilo, cuyo coeficiente de conductividad es muy débil ($\lambda = 0.026 \text{ Kcal/h.m.m.}^{\circ}\text{C}$) y que es, prácticamente impermeable al agua. Este material es caro, pero se adapta muy bien a la construcción del tipo sandwich;

— la espuma de poliuretano, que se puede expandir en la doble pared limitante de la estructura a aislar; el coeficiente de conductividad térmica es muy débil ($\lambda = 0.024 \text{ kcal/h. m.m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$), sobre todo si la expansión tiene lugar con gases pesados como el R 12 ($\lambda = 0.024 \text{ kcal/h. m.m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Este aislante se utiliza ahora corrientemente, en particular para los vagones.

Para la construcción de la caja, cada vez se acude más a la puesta en obra de un aislamiento autoportante, llamado «sandwich», la caja está así constituida únicamente por un aislante, cuyas cualidades mecánicas son suficientes para hacer íntimamente solidarios los dos revestimientos, el interior y el exterior metálico en poliéster estratificado. El conjunto a la vez ligero y sólido, tiene una resistencia suficiente para constituir un armazón. Los aislantes utilizados generalmente son el cloruro de polivinilo o la espuma de poliuretano. Estas cajas son muy ligeras; se puede reducir la mitad de su peso con relación a las cajas tradicionales.

Por otra parte, se debe prestar gran atención a los revestimientos interno y externo, que deben ser estancos, resistentes a los choques y a las trepidaciones, ligeros, fáciles de poner a punto y de reparar. Del mismo modo las puertas deben ser concebidas y realizadas con mucho cuidado, pues las fugas por las juntas de las puertas pueden disminuir sensiblemente el rendimiento del vehículo.

2.14. *Los vehículos refrigerantes*

Estos vehículos son isotermos provistos de una fuente de frío por acumulación: hielo hídrico, nieve carbónica, placas eutécticas, gas licuado (CO_2 , Nitrógeno o aire).

Los vagones especiales para el transporte de los artículos perecederos son frecuentemente vehículos refrigerados por *hielo hídrico*. Están dotados, en las dos extremidades, de depósitos de hielo, cuya capacidad varía de 1'5 a 2 toneladas de hielo. La circulación de aire en el interior del vagón está activada para obtener una temperatura homogénea de la carga, bien sea por la ayuda de ventiladores centrífugos accionados por turbinas eolianas para los vagones del tipo antiguo, o bien, para los vagones modernos, por ventiladores eléctricos, accionados por un generador de corriente alterna dispuesto bajo el chasis y tomando la energía por intermedio de una polea que frota sobre el eje de la rueda.

Los vehículos de carretera utilizan a menudo el hielo hídrico. No contienen más que un depósito de hielo en una extremidad; la circulación de aire está garantizada por ventiladores eléctricos.

La utilización de *nieve carbónica* permite obtener temperaturas mucho más bajas, puesto que este producto se sublima a -80°C . Se busca conseguir regular la velocidad de sublimación a fin de obtener una temperatura tan constante como sea posible; se puede, por ejemplo, calorifugar completamente el depósito en el que se encuentra el hielo carbónico y hacerle atravesar por una corriente de aire impulsada por un ventilador cuyo funcionamiento está regulado por un termostato.

Bastante a menudo el empleo de nieve carbónica resulta empírico: se contentan con distribuir la nieve carbónica en la carga, lo que hace imposible toda regulación.

La nieve se usa mucho para el transporte de artículos congelados.

Los *vehículos refrigerantes con hielo eutéctico* disponen de una fuente de frío, una mezcla autéctica, cuyo punto de congelación varía, según la composición, de -5°C . a -25°C . La solución eutéctica está encerrada al vacío en placas colgadas casi siempre del techo de los vehículos. Durante el transporte, la solución congelada funde, produciendo el frío. En la parada se vuelve a congelar la mezcla eutéctica; a este efecto, las placas contienen un serpentín en el cual se hace circular un agente de enfriamiento que vuelve a congelar la solución y reconstituye la reserva de frío. Son posibles dos soluciones: en el primer caso, el vehículo está equipado de un grupo frigorífico unido en permanencia con la placa eutéctica, pero el grupo no puede funcionar más que en conexión con la corriente eléctrica, por consecuencia en la parada. En el segundo caso los serpentines de las placas eutécticas se conectan en el garaje a un circuito de salmuera a baja temperatura.

Este método de refrigeración es corrientemente utilizado por los camiones de entrega de cremas heladas o de productos congelados a -18°C .

La utilización de *gases licuados* es más reciente pero está teniendo un rápido desarrollo. Se ha empleado el CO_2 líquido, inyectado en el vehículo por medio de una válvula de expansión, bien para refrigerar los productos o bien para mantener en el interior del vehículo una temperatura constante. Se usa en las mismas condiciones, el nitrógeno líquido y el aire líquido, que son menos caros que el CO_2 líquido. Los equipos de puesta a punto son muy simples: una botella aislada en conexión con un pulverizador que envía bajo la acción de un termostato, una ráfaga de aire o nitrógeno líquido, cuya vaporización consigue una refrigeración intensa. Se acusa al nitrógeno del peligro de asfixia, lo que no impide el desarrollo de este proceder, pues es suficiente con tomar un mínimo de precauciones para evitar este riesgo; a la inversa, se ha evocado el riesgo de explosión con el aire líquido, si la cantidad de oxígeno aumenta ligeramente; también hay dispositivos técnicos que permiten paliar este peligro. Parece útil, en los dos casos, que los productos estén herméticamente embalados, pues la atmósfera creada puede volverse seca. Estos transportes interesan, sobre todo, para los productos congelados.

2.15. *Los vehículos frigoríficos*

En este caso, un equipo autónomo de producción de frío está instalado a bordo de los vehículos. Se trata exclusivamente de grupos frigoríficos mecánicos, prácticamente no han sido utilizados los dispositivos de absorción.

Los vehículos de carreteras (camiones, remolques, semi-remolques) se han adaptado fácilmente a las exigencias inherentes a los vehículos frigoríficos. El grupo debe poder funcionar tanto parado como durante la marcha, aún teniendo en cuenta las temperaturas ambientes, muy variables, lo que conduce a emplear motores auxiliares, de explosión o Diessel, para los grupos frigoríficos.

Por otra parte, los grupos deben ser de un peso y volumen tan reducido como sea posible. Además, el funcionamiento de la instalación frigorífica, automática, debe vigilarse fácilmente para resolver con facilidad los posibles accidentes; este papel puede estar asegurado por el conductor.

Hoy se adopta generalmente la solución de grupos monoblocs amovibles. Todo el utillaje está reunido en un solo conjunto, montado en la fábrica y fijado en la parte superior del vehículo sobre la cabina del conductor. En el exterior se encuentran el motor térmico, el compresor frigorífico, el condensador del circuito frigorífico, que es evidentemente

un condensador de aire; en el interior de la caja, se coloca el evaporador, los ventiladores y, a menudo, una canalización para insuflar aire frío.

El peso de este monobloc no pasa de 700 Kg.; la potencia frigorífica varía de 3.000 a 12.000 fg/hora según las dimensiones del vehículo y la temperatura requerida. El bloque se fija sencillamente con la ayuda de 4 tornillos, en un cuadro previsto cuando se realiza la construcción de la caja. Es importante que las canalizaciones, los aparatos de regulación y control, estén concebidos para soportar las vibraciones y sacudidas inherentes al transporte.

La puesta a punto de los vagones frigoríficos ha planteado difíciles problemas técnicos; es preciso que las máquinas frigoríficas y, sobre todo, sus accesorios puedan soportar los choques y sacudidas de la maniobra; es preciso también que el automatismo del funcionamiento de los motores térmicos y eléctricos sea bastante seguro para evitar la presencia humana en cada vagón. Por esto el desarrollo de la construcción de los vagones frigoríficos ha sido bastante lento: se encuentran algunos millares de vagones en Estados Unidos, Alemania del Este construye algunos cientos para los países de Europa Oriental, e Interfrigo algunas decenas para Europa Occidental.

En Europa Oriental y en Rusia se encuentran más bien trenes frigoríficos (convoyes de 5, de 12 y de 23 vagones), compuestos generalmente de un vagón frigorígeno que aloja generadores de electricidad o motores Diessel y máquinas frigoríficas que refrigeran un depósito de salmuera; un vagón para el personal de servicio y vagones para los artículos, equipados de un intercambiador ventilado refrigerado por la salmuera procedente del vagón frigorígeno. Este tipo de equipo se justifica esencialmente para transportes masivos, para largas distancias y para artículos congelados.

2.16. *Transportes especiales*

Se puede citar también algunos transportes especiales que llevan a efecto técnicas particulares.

Los remolques mixtos (rail route) conjugan las ventajas del transporte por carretera, particularmente el puerta a puerta y los de los transportes por tren, en particular el encauzamiento rápido y regular de masas importantes de artículos. Son remolcados a la salida y a la llegada y colocados, para el transporte principal, sobre vagones plataforma, especialmente preparados; este tipo de vehículo se utiliza mucho en Francia, sobre todo para el transporte de carnes frescas.

Las *cisternas de leche*, son vehículos isoterms concebidos para el transporte de la leche previamente enfriada, están adaptados al transporte por carretera, hasta 20.000 litros y por ferrocarril (varias pequeñas unidades de 2.000 a 3.000 litros colocadas sobre un mismo vagón pla-

taforma). Están constituidas por dos cubas coaxiales, la cuba interna, de acero inoxidable conteniendo la leche; el espacio anular entre las dos cubas ocupado con aislante, a menudo, corcho.

Los *vehículos caloríficos*, máquinas isotermas dotadas de un medio de calefacción (estufas de alcohol, de petróleo o catalíticas, radiadores eléctricos) se utilizan para transportes de productos que se dañan con la helada —patatas— o a temperaturas más elevadas, por ejemplo, los plátanos que deben mantenerse a una temperatura que no sea inferior a 12°C.

Y finalizando, se emplean *vehículos aireados*, por ejemplo, para el transporte a media distancia de carnes no refrigeradas en el matadero.

2.2. Transportes por mar

Los transportes frigoríficos marítimos juegan un importante papel, principalmente para los países en vías de desarrollo, separados, a menudo, de las naciones industrializadas por el océano. El transporte de la fruta tropical, plátanos principalmente, ha creado muchos problemas y ha conducido a la construcción de barcos acondicionados. El tratamiento del pescado a bordo de los navíos, bien por congelación o por refrigeración, constituye un tema muy importante que no se menciona aquí más que para recordarlo, pues se le ha dedicado un trabajo especial en estas JORNADAS.

El transporte de los plátanos es un caso típico. Se deben tomar en consideración, cinco características principales: temperatura crítica elevada, por debajo de la cual el producto se altera rápidamente (11,7° a 14°C según las variedades); intensidad respiratoria, muy importante en las temperaturas tropicales; gran sensibilidad para el etileno, que es el que desencadena la maduración; paso a menudo rápido y brutal de la fase de preclimaterio a la fase climatérica; necesidad de permanecer en la fase preclimatérica durante todo el período de transporte hasta la entrada en la cámara de maduración para permitir su mantenimiento.

Ha sido necesario, para que las expediciones hacia Europa y América del Norte alcancen una gran amplitud, superar estas exigencias y una puesta a punto de navíos frigoríficos especiales. Por otra parte, los plátanos se cargan frecuentemente sin refrigeración previa; también los barcos plataneros deben ir equipados para obtener un «descenso de frío» muy rápido y a continuación mantener una temperatura homogénea y constante en la sala del buque (entre 12° y 12'5° para los plátanos Poyo de la Costa de Marfil). Por esta razón es necesaria una potencia frigorífica de grandes dimensiones y un sistema de ventilación perfectamente estudiado (ventilación transversal o longitudinal, en serie o paralela). Cuando estos problemas técnicos han estado resuel-

tos, la producción de plátanos ha podido desarrollarse en numerosos países tropicales de África y América, a tal punto que se puede hablar de una transformación económica debido a la utilización del frío.

El plátano no es la única fruta que se transporta en cala frigorífica; se pueden citar también las piñas, las manzanas, los agrios, etc. Además, los transportes marítimos de artículos perecederos bajo temperatura dirigida no se limitan a la fruta: la carne de Argentina o de Australia viaja en estado de congelación o de refrigeración (el «chilled» de los ingleses): la mantequilla de Nueva Zelanda se transporta congelada.

Una continua evolución técnica se observa en materia de transportes frigoríficos por mar. Se comenzó al origen, por el transporte de fruta, si bien es verdad que para trayectos bastante cortos, con barcos cuyas calas estaban solamente ventiladas. Se vio enseguida lo limitado de este método, y se construyeron navíos verdaderamente frigoríficos. Inmediatamente después del fin de la última guerra, para el comercio mediterráneo de agrios, se utilizaron transportes de fruta con las calas enfriadas, pero no aisladas: estos barcos presentaban el inconveniente de una limitación en cuanto al cargamento y al recorrido; tan pronto como se ha dotado a los barcos de un ligero aislante que permite hacer recorridos ocasionales en mares calientes, se ha llegado al cargo enteramente refrigerado y aislado. La tendencia actual es la de exigir que todos los barcos, llamados por esta razón «politermos», pueden transportar artículos refrigerados como la fruta o artículos congelados (carne, mantequilla, etc.). Estas naves están generalmente equipadas con grupos frigoríficos muy compactos, en V, a fin de reducir su volumen; estos grupos utilizan como fluido frigorígeno el R12 o el R22 en vez de amoníaco. Las instalaciones están concebidas para expansión directa de fluido frigorígeno el R12 o el R22 en vez de amoníaco. Las instalaciones están conseguidas para expansión directa de fluido frigorígeno, y no para circulación de salmuera: el funcionamiento de las máquinas frigoríficas y la regulación de la distribución del aire en las calas tienden a la automatización.

2.3. *Transportes aéreos*

En un cierto número de casos, los artículos perecederos pueden ser transportados con éxito por aire.

Se puede recurrir a este medio, por ejemplo, para transportar en un lapso de tiempo muy corto artículos muy delicados de un precio muy elevado: es así como se envían las primeras fresas del Peloponeso al Reino Unido, tomates búlgaros a Munich y a Hamburgo, los frutos tempranos brasileños a Estados Unidos y a Canadá.

Estos transportes se imponen cuando no existen buenas carreteras y ferrocarriles o son defectuosos ambos. Los mataderos de Africa envían así por avión carne, bien hacia el Norte o bien hacia el Sur. Una experiencia muy interesante ha sido emprendida en El Tchad, en Fort-Lamy, donde ha alcanzado un cierto grado de perfeccionamiento. Aviones especiales, «todo cargo», de una capacidad elevada, 40 toneladas, han sido dotados de un equipo que permite sostener cargas preparadas de antemano sobre paletes especiales, de una carga unitaria de 3 toneladas. Para evitar toda ruptura de la cadena del frío ha sido construido en el aeropuerto de Fort-Lamy un almacén frigorífico, donde se puede almacenar a 0°C, 42 toneladas de carne, es decir la carga de un avión, y donde se preparan los paletes. Desgraciadamente, las calas de los aviones no se mantienen siempre a una temperatura suficientemente baja: en el caso de la carne de Tchad, la temperatura de la cala, caldeada, no puede bajar más de 12°C lo que es paradójico puesto que, a la altura que lleva el avión, la temperatura exterior es del orden de —50°.

Es cierto que el progreso debe intervenir para que las calas de los aviones de carga puedan mantenerse a la temperatura óptima de conservación o de transporte de los artículos: acondicionamientos bastante sencillos deberán permitir la resolución de este problema, tanto para los artículos refrigerados como para los alimentos congelados. Podrían emplearse durante la carga y la descarga, grupos móviles de refrigeración, ya empleados por los aviones de viajeros.

El transporte aéreo, hasta aquí poco utilizado a causa de sus elevados precios, se desenvolverá, ciertamente, a medida que los precios de transporte disminuyan; podrá contribuir, en cierta medida, a liberar los países continentales en vías de desarrollo. Así, un cierto número de usuarios han decidido la construcción de almacenes frigoríficos bajo forma de consignas de aeropuerto, donde los artículos pueden conservarse a buena temperatura antes de la expedición o después de la descarga: además de Fort-Lamy, antes citado, se puede hacer notar la instalación de Brazaville y también el almacén frigorífico de Bourget, en las proximidades de París, situado en las cercanías del aeropuerto y de una estación de carreteras.

3. CONCLUSION

Cuando se evocan los transportes bajo régimen de frío, la figura de un gran pionero viene rápida a la memoria: CHARLES TELLIER, quien ha merecido el prestigioso título de «Padre del frío», consiguió una extraordinaria proeza para la época: atravesó, en 1873, el Atlántico con un navío, bautizado «El Frigorífico», cuyas calas estaban llenas de canales de buey y de cordero. Después de un viaje de más de 100 días llegó a América del Sur con la carne en perfecto estado. Esta proeza

técnica, realizada con medios irrisorios marca la vocación argentina de productor y exportador de carne bovina.

El nombre de CHARLES TELLIER fue asociado, por el profesor PLANK en el Congreso Internacional del Frío de París, a toda una pléyade de sabios y de ingenieros, cuyos trabajos han permitido el nacimiento de la Industria Frigorífica, ahora centenaria: JOHN CORRIE, JAMES HARRISON, FERDINAND CARRE, CARL VON LINDE, DAVID BOYLE, GEORGE CLAUDE, VILLIS CARRIER. Hoy nosotros los frigoristas, herederos de estos grandes nombres, consideramos sin extrañeza el desarrollo de las cadenas del Frío en el mundo entero, porque estamos un poco hastiados por la extraordinaria expansión del progreso técnico. Estas JORNADAS nos proporcionan la ocasión de una reflexión de conjunto y de una mirada hacia el pasado, que nos incita a honrar la memoria de los grandes antepasados que emprendieron prodigiosas aventuras, para el mayor bien de la Humanidad.



AURO F^{*} SOLUBLE

**máximo espectro
máxima eficacia**

en la presencia y tratamiento de:

**CRD
PROCESOS INTESTINALES
STRESS
etc.**

* Marca Registrada

CYANAMID

LABORATORIOS REUNIDOS, S. A.
DIVISION AGROPECUARIA

Núñez de Balboa, 54

MADRID-1

¡MAXIMA EFICACIA!
en el mayor número de infecciones

GANADIL CHEMICETINA

Chemicetina al 10 %

INYECTABLE

en vial de 5 y 10 cc.



CARLO ERBA ESPAÑOLA, S. A.

Distribuidora: INDUSTRIAL FARMACEUTICA ESPAÑOLA, S. A. Rosellón, 186. Barcelona-8 - Rey Franciaco, 15. Madrid-8

J. Baqués/grafista