

# CUADERNOS de ESTRATEGIA

32

INSTITUTO ESPAÑOL DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS

Estudios de investigación realizados por el Seminario de: «Recurso para la Defensa».

CAMBIOS Y EVOLUCIÓN DE LOS HÁBITOS ALIMENTICIOS DE LA POBLACIÓN ESPAÑOLA





## CENTRO SUPERIOR DE ESTUDIOS DE LA DEFENSA NACIONAL



# CUADERNOS de ESTRATEGIA

32

INSTITUTO ESPAÑOL DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS

Estudios de investigación realizados por el Seminario de: «Recurso para la Defensa».

# CAMBIOS Y EVOLUCIÓN DE LOS HÁBITOS ALIMENTICIOS DE LA POBLACIÓN ESPAÑOLA

Junio, 1991



# CATALOGACION DEL CENTRO DE DOCUMENTACION DEL MINISTERIO DE DEFENSA

CAMBIOS y evolución de los hábitos alimenticios de la población española / Instituto Español de Estudios Estratégicos, estudios de investigación realizados por el Seminario de «Recurso para la Defensa». — [Madrid]: Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica, 1991. — 115 p.; 24 cm. — (Cuadernos de estrategia; 32). Precede al tít.: Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional. NIPO 076-91-044-1. — D.L. M. 29795-91 — ISBN 84-7823-155-2. I. Instituto Español de Estudios Estratégicos. Seminario de Recurso para la Defensa II. Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional (Madrid) III. España. Ministerio de Defensa. Secretaría General Técnica, ed. IV. Serie.

production production of the second
entan de de Cercentona
el massouts. Ethar
LZOP OFFERS
Bionatona
TER 1/8
Annual Company of the American Company of the Compa

Edita: MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría General Técnica

NIPO: 076-91-044-1

ISBN: 84-7823-155-2

Depósito Legal: M-29795-1991

IMPRIME: Imprenta Ministerio de Defensa

### CESEDEN

# Instituto Español de Estudios Estratégicos

SEMINARIO NÚM. 08: "RECURSOS PARA LA DEFENSA"

Grupo de Trabajo «P» Recursos Alimentarios

# CAMBIOS Y EVOLUCIÓN DE LOS HÁBITOS ALIMENTICIOS DE LA POBLACIÓN ESPAÑOLA

# ÍNDICE

	Página
PREÁMBULO  Por Antonio R. Martínez Fernández	9
Capítulo I	
ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE RECURSOS BÁSICOS (Situación del sector quesero español: capacidad de actuación estratégica).	13
Resumen de la conferencia de don Enric Canut (21-11-1989)	
Capítulo II	
CAMBIOS Y EVOLUCIÓN DE LAS COSTUMBRES ALIMENTICIAS DE LA POBLACIÓN ESPAÑOLA  Por Pablo González Pola de la Granja	21
Capítulo III	
EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS EN LAS COSTUMBRES ALIMENTARIAS ESTUDIO NUTRITIVO	31
Por Angeles Carvajal	
Capítulo IV	
CAUSAS DE LOS CAMBIOS	49
Por José L. de la Plaza Pérez	
COMPOSICIÓN DEL SEMINARIO	117

### **PREÁMBULO**

Por Antonio R. Martínez Fernández

El Grupo de Trabajo Recursos Alimentarios perteneciente al Seminario número 8 Recursos para la Defensa, prosiguió de modo autónomo durante los años 1989 y 1990 su tentativa de análisis de la realidad social española en lo que a recursos alimenticios se refiere.

El estudio estructural de los recursos básicos; leche, carne, aves y derivados, pescados y otros, fue realizado a través del Seminario por expertos de la Industria y la Administración, durante el curso precedente y resumido en el «Cuaderno de Estrategia» número 1, del CESEDEN (1989). Gracias al mismo tenemos ahora una cierta valoración sobre tres de sus componentes estructurales: producción, transformación y autonomía de estos recursos.

A través del curso 1989-1990 continuamos examinando, bajo los mismos criterios, otros recursos básicos, tales como las producciones vegetales —frutas y hortalizas—, derivados lácticos, nuevos sistemas de preparación y suministro de alimentos cocinados (catering), etc. Considerando que la temática del catering entra de lleno en la nueva orientación de los estudios del grupo, sólo se incluye en este Cuaderno y a modo de ejemplo, con lo que además terminamos esta serie, el resumen de la conferencia pronunciada ante el Grupo de Trabajo por Enric Canut, experto de la industria quesera, en la que se condensan los aspectos básicos de esta industria de transformación de un recurso alimentario.

Aunque es muy probable que el análisis de los recursos alimentarios básicos, del modo en el que fue abordado o similar, tendrá que ser periódicamente repetido, dados los cambios rápidos que experimenta

\_ 9 \_

continuamente el sector industrial alimentario, el Grupo de Trabajo de este Seminario quiere hacer ahora un punto y a parte, fijando su atención en otro problema candente. Es el que se deriva de los cambios desusadamente rápidos de las costumbres alimentarias de la sociedad española, propiciados por factores diversos, pero especialmente por la influencia que las nuevas tecnologías de producción, conservación, transformación y distribución de los alimentos proporcionan.

La observación diaria del comportamiento del soldado en el comedor, recogido a través de la experiencia en las Unidades o encuestas publicadas, indican que hay un cambio significativo de los gustos alimentarios de los jóvenes, y como consecuencia de ello, a pesar del esfuerzo y profesionalidad que se mejora cada día, se produce un fuerte rechazo a alimentos clásicos, según las preparaciones usuales —legumbres, vino, pan, pescado de ración— frente a otras preferencias. Con lo que, mientras complementa el soldado, descontroladamente y a sus expensas, su dieta diaria, se desperdician proporciones frecuentemente superiores al 40 por 100 de las comidas preparadas.

Este hecho, que en su día puede contrastarse y profundizarse, a través de ensayos de encuesta específicos en Centros escogicos como piloto, está siendo analizado indirectamente por nuestro Grupo de Trabajo. Toda la segunda parte de este Cuaderno, está dedicada a este menester.

El procedimento seguido fue el siguiente. Analizada someramente cual es la situación estándar de la alimentación práctica del soldado en el momento actual y comprobada, mediante el extenso estudio que llevan a cabo los miembros del Departamento de Nutrición de la Universidad Complutense, dirigidos por el profesor Varela, conferenciante en nuestro Seminario, los cambios reales en la alimentación y sus rumbos, buscamos las causas que propician estos cambios.

Aunque existen numerosas razones que pueden explicar los cambios observados en los hábitos alimenticios, consideramos que uno al menos puede ser el motor de todos los restantes. Este es el avance tecnológico aplicado a la industria alimentaria. Sin duda, se cambia de hábitos alimenticios porque gusta, conviene y sobre todo, se puede. Y es así gracias a los nuevos logros fruto de la investigación, en la producción, transformación, conservación y presentación final de los alimentos.

El Seminario, a través de este Grupo de Trabajo, se propone seguir este camino mediante estudios avanzados sobre las tecnologías empleadas en este campo durante el último decenio, examinando al mismo tiempo, a

través de sus conclusiones, la repercusión práctica de los mismos sobre la alimentación final del hombre, su salubridad y equilibrio. Este proceso que bautizamos con el título: Alimentos y avance tecnológico en los años 90 se inicia en este Cuaderno con el capítulo cuarto del mismo: Aplicaciones del frío y coadyuvantes a la conservación de alimentos vegetales frescos.

En el inmediato futuro, y mediante el procedimiento de invitar al Seminario a miembros destacados del campo de la Investigación, la Industria y la Administración, se analizará el impacto que sobre las nuevas costumbres de comer, están produciendo avances científicos recientes en los recursos básicos. Los frutos de este camino verán la luz en los próximos trabajos del Seminario.

EL PRESIDENTE DEL GRUPO DE TRABAJO

Referencias:

2. Rodríguez Fagúndez, E. (1989): La ración de campaña. Alimentación: equipos y tecnologia. noviembre-diciembre, pp. 191-198.

<sup>1.</sup> Obregón Roviralta, J. de (1986): Alimentación del soldado. ¿insuficiente? «Ejército» 552. pp. 25-29.

# **CAPÍTULO PRIMERO**

# ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE RECURSOS BÁSICOS

(Situación del sector quesero español: capacidad de actuación estratégica)

## ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE RECURSOS BÁSICOS

(Situación del sector quesero español: capacidad de actuación estratégica)

Resumen de la conferencia de Don Enric Canut (21-11-1989)

### Producción quesera

Censo de industrias queseras. Datos estadísticos

Después de la Guerra Civil y hasta principios del año 1970 se redujeron a aproximadamente la mitad el número de industrias lácteas en general. Resultando finalmente unas 500 instalaciones... En ese momento constaban como instalaciones lácteas desde envasadoras de leche o centros de recogida y enfriamiento, como queserías.

A principios del año 1980 desaparece el Decreto de mínimos industriales que actuaba de freno al desarrollo de nuevas queserías.

Desde entonces se ha producido un ligero incremento de queserías hasta un total de unas 500 en España, desarrolladas por un proceso paralelo de:

- Desarrollo importante y acelerado de instalaciones de tipo artesanal, principalmente en el País Vasco, Asturias, Cataluña, Extremadura y Castilla-La Mancha.
- Desaparición por crisis económica de algunas pequeñas y medianas industrias, principalmente en Andalucía, Murcia y Castilla-León.

Básicamente, estas 500 queserías se dividen de la siguiente forma:

- Queserías tipo artesanal: menos de 5.000 litros-día: alrededor de 300.
- Queserías pequeño-medianas indutriales: de 5 a 50.000 litros-día: alrededor de 150.
- Queserías grandes: de 50 a 150.000 litros-día: alrededor de 30.
- Queserías muy grandes: más de 150.000 litros-día: alrededor de 15.

**Cuadro 1.—** Volumen de leche transformados en queso. Datos extraídos del «Anuario MAPA» de 1986.

Quesos /	Volumen en millones de litros	Toneladas de quesos	Millones de litros transformados
Vaca Cabra Oveja Fundidos	5.972 366 245	93.792 2.006 42.811 16.031	750 14 343 84
Total	6.583	154.640	1.191

Sobre estos datos descubriremos algunas incongruencias pero que tienen su explicación. La diferencia entre la producción de quesos de cabra y de oveja se trata de que, principalmente, la lecha de cabra se mezcla con la de oveja para elaborar quesos que luego pasan por oveja puro: existe muy poca producción de quesos de cabra puros. Y otra parte de leche de cabra se utiliza para los de mezcla junto con leche de vaca, mayoritariamente.

En cuanto a los quesos fundidos, parte se elaboran con quesos de importación pero, aproximadamente el 60 por 100 del queso utilizado para fundir es de origen nacional, principalmente de vaca o de mezcla.

#### PRODUCCIÓN DE LECHE Y QUESOS

- Producción de leche, en valor absoluto, y por orden decreciente:
  - Vaca: Galicia, Castilla-León, Asturias, Cataluña, Cantabria.
  - Cabra: Andalucía, Castilla-La Mancha, Canarias.
  - Oveja: Castilla-León, Castilla-La Mancha, País Vasco y Navarra.
- Producción de quesos por orden decreciente. Estimaciones del señor Canut:
  - Vaca: Galicia, Castilla-León, Cataluña, Asturias.
  - Cabra: Andalucía, Canarias, Extremadura.
  - Oveja: Castilla-León, Castilla-La Mancha, País Vasco.

Fluctuaciones del censo: tendencias previsibles

#### Causas externas:

Entrada de España en la CE.

- Envejecimiento población rural.
- Mejora y automatización de instalaciones.

#### Causas del mercado:

- Aumento de la demanda de quesos.
- Mantenimiento o ligero aumento oferta quesera nacional.

#### Conclusiones:

- Descenderá el número de vacas lecheras, pero con mantenimiento de su producción total, principalmente en la cornisa cantábrica: especialización de animales.
- Aumentará el número de animales y producción de leche de cabra y de oveja, principalmente dedicados a la producción de quesos de mezcla.

### Fluctuaciones de la demanda previsibles :

Existirá una tendencia a uniformar la oferta quesera, aunque sin olvidad las especialidades (quesos con Denominación de Origen), en los tipos de quesos actualmente mayoritarios en el mercado interior. Estos son, por familias y en orden decreciente:

- Quesos madurados de pasta prensada y de mezcla.
- Quesos frescos, tipo Burgos, Villalón, etc.
- Quesos tipo Edam, de vaca.
- Quesos de importación: nuevas variedades no existentes, principalmente de corteza enmohecida.
- Quesos fundidos; existirá un ligero aumento de nuevas variedades.

Se producirá un aumento de la demanda quesera de forma importante, a costa del descenso del consumo de otros derivados lácteos y de, principalmente, leche líquida.

En la última encuesta sobre hábitos alimentarios de la población española del MAPA en el año 1988, ya se constató un incremento del consumo de quesos de un 20 por 100 respecto al año anterior. En la actualidad se calcula un consumo de aproximadamente 6 kg-habitante y año. Se cree que en el plazo de 5 años nuestro consumo aumentará hasta los 9 kg-habitante y año (media europea actual). Este incremento no vendrá exclusivamente de la producción española sino, principalmente, de los quesos de vaca importados de la CE.

## Capacidad de la producción quesera

La industria quesera española en general está sobredimensionada para el volumen actual de leche a transformar. Se podría decir que está al 50 por

100 de su capacidad máxima de transformación. La falta de leche suficiente se sustituye por la utilización de otros derivados lácteos (caseinatos, leche en polvo) o aditivos (emulgentes, espesantes) para poder ofertar los quesos demandados.

Limitaciones de la producción quesera

Falta de leche de todos los tipos, debido por un lado al descenso de la cabaña ganadera en general, y de la cuota de producción máxima de leche de vaca, establecida por el FEOGA europeo.

Descenso de la población agraria: despoblamiento y éxodo rural, envejecimiento de la población agraria.

Falta de redimiento económico (comparado con los beneficios industriales o de servicios) de las explotaciones agropecuarias, en general.

Ubicación de las explotaciones ganaderas más rentables en las zonas más marginales y lejos de las áreas urbanas consumidoras.

### Transformación quesera

Existe una capacidad de la industria quesera, por encima de su demanda actual.

La mejora de las instalaciones queseras no ha ido acompañada de la recogida y entrega lechera, produciéndose actuaciones irracionales e incluso caóticas. Además, la elaboración de quesos de mezcla implica grandes trasiegos de leche por toda España para completar, el tipo de leche deficitaria de cada zona.

Las industrias queseras son muy especializadas y no existe la posibilidad de adaptarlas a otras actividades alimentarias, salvo las industrias envasadoras lecheras que podrían envasar otros productos líquidos.

Existe la posibilidad de reconvertir estas industrias queseras en la producción de otros derivados lácteos pero con inversiones fuertes de maquinaria, instalaciones y tecnología.

Existen instalaciones adecuadas y capacidad productiva para mantener una capacidad de *stocks* lácteos para 6 meses de consumo.

Existe la capacidad rápida e inmediata de doblar la producción quesera española sólo aumentando los turnos de trabajo y mejorando las instalaciones frigoríficas para su conservación.

### Reservas queseras

Las reservas lácteas y queseras pueden dividirse en dos tipos:

- De materias primas:
  - Leche en polvo.
  - Mantequilla.
  - Caseinas, caseinatos y suero en polvo.
  - Cuajadas acidificadas o placas de leche concentrada, ambas congeladas, como reguladores estacionales de stocks.
- De quesos transformados:
  - Quesos madurados: hasta un año y medio de curación.
  - Quesos fundidos: hasta un año de conservación.

Las reservas espontáneas de estos dos apartados las podemos estimar en:

- De materias primas: demanda para 3 meses.
- De quesos transformados: demanda para 3-6 meses.

Se trata de reservas espontáneas que realizan las empresas privadas en función de las variaciones del mercado. No existen reservas de mercado debido a la facilidad de importar leche (fresca o en polvo) y quesos de nuestros vecinos comunitarios. Además la posibilidad de tener un *stock* de quesos curados a añejos es muy pequeña debido a que ha descendido notablemente su consumo.

La financiación de estas reservas espontáneas es de las propias empresas, a través de recursos propios, pago aplazado a ganaderos o con líneas de crédito.

En general, la posibilidad de tener reservas de quesos, además de las espontáneas, no está limitado por la falta de cadena de frío. Tanto los productores queseros como en los grandes centros urbanos hay infraestructura de frío industrial suficiente para incrementar las reservas. De hecho, en España, está aún mal utilizada toda la capacidad de frío industrial instalada.

Además de la forma clásica y usual de conservación de quesos a través del frío industrial entre 0 y 4 °C, podrían existir otras formas complementarias de conservación en casos extremos:

- Congelación de quesos.
- Utilización mixta del envasado al vacío y el frío industrial.
- Fundido de los quesos en grandes piezas.
- Elaboración de piezas de gran formato.

#### Autonomía del sector

### Autonomía tecnológica

Existe, en la actualidad, una total autonomía tecnológica del sector para poder mantener el nivel actual de las instalaciones queseras.

Las renovaciones o reconversiones en las industrias queseras se deberían a criterios de rentabilidad económica.

### Dependencias externas

A nivel de ganadería no existen dependencias genéticas imprescindibles para el correcto mantenimiento y reproducción de nuestra cabaña ganadera.

En cuanto a productos necesarios para la industria quesera hay uno, los fermentos lácticos, que son de suma importancia y que proceden en su totalidad del exterior. Es el producto más crítico si se rompiera la cadena de suministro. Aunque podría haber soluciones parciales o temporales, a medio plazo podría significar un limitante grave si no se tomaran las medidas tecnológicas oportunas. En este sentido, dependemos totalmente de la tecnología externa, principalmente de EE.UU., Dinamarca y Francia.

### Repercusiones por falta de suministro energético

A nivel de energía o de otros factores más o menos limitantes en una industria quesera, hay tres apartados fundamentales para un correcto funcionamiento: agua, vapor de agua (caldera de gas, leña, diesel, etc.) y electricidad.

Los dos primeros, aunque limitantes, podrían tener soluciones alternativas y no son básicamente preocupantes. El principal limitante sería el suministro eléctrico no sólo para el correcto funcionamiento de la transformación quesera sino, principalmente, para la conservación de los productos queseros: frío industrial.

# **CAPÍTULO SEGUNDO**

# CAMBIOS Y EVOLUCIÓN DE LAS COSTUMBRES ALIMENTICIAS DE LA POBLACIÓN ESPAÑOLA

# CAMBIOS Y EVOLUCIÓN DE LAS COSTUMBRES ALIMENTICIAS DE LA POBLACIÓN ESPAÑOLA

Por Pablo González Pola de la Granja

### Bases de partida

### La alimentación militar práctica

Con la introducción del término «práctica» en el título del presente trabajo, intentamos el estudio de la alimentación del soldado desde varios puntos de vista. Todo ello encaminado a reflexionar sobre cuáles son los problemas de la alimentación militar y cuáles los avances y esfuerzos que en la actualidad se están desarrollando con objeto de lograr un aporte nutritivo adecuado a los hombres que forman las FF AA, con arreglo a su distinto grado de actividad, que a la vez tenga un buen grado de aceptación y por último en unas condiciones higiénicas óptimas.

Siguiendo un esquema sencillo de *imputs-oupputs*, estudiaremos el alimento antes de llegar al acuartelamiento, durante los procesos culinarios y en su distribución en el comedor.

## Las materias primas

Al hablar de materias primas, referido a la alimentación en el Ejército, siempre surge el tema del sistema alimentario. Actualmente el ET tan sólo suministra el pan, el resto de los artículos son adquiridos en el mercado por las propias Unidades.

La Armada abastece sus buques y Centros desde sus factorías donde centraliza prácticamente el 100 por 100 de las materias primas que se necesitan en una cocina.

No quisiera dedicar mucho tiempo a este tema por parecerme evidentes las ventajas de un sistema de devengo de especies, no sólo por las evidentes ventajas económicas derivadas de una demanda mayor o estratégicos por lo que supone que en caso de crisis el Ejército cuente de inmediato con unas reservas que puedan ser usadas para sí y para la población, sino por lo ventajoso que sería desde el punto de vista higiénico-sanitario el poder inspeccionar los alimentos en los puntos de concentración y no en los de consumo, como sucede hasta ahora. Piénsese en la garantía que supone la inspección y análisis en una canal por ejemplo, en una sala de canización, frente al examen de parte de la pieza fileteada.

Evidentemente el futuro va por la centralización, y el ET con una problemática totalmente distinta que la de la Armada derivada de la dispersión de sus Unidades y del mayor número de plazas en rancho que supone algo más del doble, está en el camino de la citada centralización. En la actualidad desde la Dirección de Abastecimiento y Mantenimiento se estudia un plan de distribución, en principio, de alimentos no perecederos, que supone aproximadamente un 20 por 100 de la ración normal.

En relación directa con la elección de materias primas, aparece una de las preocupaciones más importantes con respecto a la alimentación, cual es el asegurar al individuo en filas un aporte adecuado de nutrientes en función de la actividad física que desarrolle en su trabajo y el clima que soporta como variables fundamentales ya que otros factores como la edad o la constitución física están bastante nivelados.

Además de la ración normal de 3.000 calorías para las fuerzas en los acuartelamientos, el *Manual para la alimentación de las FF AA*, establece otras dos más, la Ración RN-1, de 3.500 calorías, para las fuerzas en ejercicios tácticos o buques navegando en climas fríos y una ración RN-2 de 4.000 calorías para Unidades operativas del tipo paracaidista, operaciones especiales, cursos de esquí y escalada, maniobras en montaña o buques en maniobras en climas fríos.

Estos incrementos en las cifras calóricas se traducen en una mejora económica de la plaza en rancho.

En cuanto a la distribución en principios inmediatos de las 3.000 calorías de aporte energético, se establece como ideal, el 50 por 100 de hidratos de carbono, un 30 a 35 por 100 de grasas y por último el 12 por 100 de proteínas.

#### La elaboración

En este apartado podemos englobar dos aspectos de suma importancia en alimentación, que coinciden exactamente cuando las materias primas han llegado al complejo de la cocina.

De una parte las instalaciones y de otra la higiene alimentaria, ambas se interrelacionan en algunos aspectos.

Por lo que respecta al diseño y dotación de las instalaciones de cocina y comedores, las FF AA son plenamente conscientes de su repercusión en la alimentación, por tanto es imprescindible la aplicación de unos criterios prácticos y funcionales encaminados a dotar a los acuartelamientos de cocinas y comedores que permitan una alimentación de buena calidad y en unas condiciones higiénicas óptimas. Por poner un ejemplo podemos decir que un sistema adecuado de freidoras y mesas calientes de acuerdo con el número de comensales y el personal que trabaja en la cocina puede hacer que un plato pueda ser consumido caliente y en condiciones apetecibles. En cuanto a la repercusión sobre la higiene es clara, por ejemplo, un suelo antideslizante hará que el personal de cocina no utilice materiales susceptibles de producir contaminación en los alimentos como serrín, cartones, etc.

Consciente de todo esto la Dirección de Infraestructura del Ministerio de Defensa ha elaborado una instrucción de gran interés, que establece unos criterios generales de obligado cumplimiento para las cocinas de nueva creación y de aplicación paulatina para las ya existentes. De los citados criterios destacan el sistema de «todo adelante» de manera que no coincidan en ningún punto de la cocina alimentos ya preparados con otros crudos, ni desperdicios con ningún tipo de alimentos, con objeto de evitar al máximo las posibles contaminaciones. También se insiste en la dotación de equipos de conservación y regeneración de alimentos que permitan alargar la vida útil del alimiento ya elaborado y consumirlo en excelentes condiciones de potabilidad.

En resumen se trata de incluir aspectos higiénicos junto a otras de estética, economía, etc., a la hora de diseñar locales destinados a la preparación y consumo de los alimentos en las FF AA.

Por lo que respecta a la higiene alimentaria, podemos decir que la preocupación es bastante grande, si bien la incidencia de las toxiinfecciones en el Ejército es bastante baja debido no sólo al celo con el que trabajan los Inspectores veterinarios y el personal encargado de las cocinas, sino porque

evidentemente la población en filas está fuera de los grupos de alto riesgo como son los enfermos, niños o ancianos.

Las consecuencias de las toxiinfecciones son desagradables porque si bien no suelen ser graves, afectan a muchos, además inciden de una manera negativa en la moral de la tropa y por último denotan cierto descuido en las prácticas y en la adquisición de víveres que crea malestar cuando trasciende a la opinión pública.

Los problemas en este sentido de la alimentación militar no se diferencian mucho de los de cualquier modelo de alimentación colectiva, son económicos, actualmente la asignación diaria para desayuno, comida y cena por hombre son 350 pesetas, también es un problema la insuficiencia de medios y locales que como hemos visto está en vías de solución. Pero sobre todo constituye un problema la escala formación del personal, a pesar de que casi todas las cocinas tienen un cocinero civil, la mayoría del personal es de reemplazo. Actualmente está en estudio la creación de unos cursos para suboficiales especialistas en cocina que sin duda aportará alguna solución al problema.

Por lo que respecta a un tema tan importante como es los manipuladores de alimentos, hasta este año tan sólo se requería para ser manipulador de alimentos superar un examen clínico y laboratorial, el cual no aseguraba que el individuo no fuese portador y contaminador del alimento a lo largo del tiempo que realizaba su trabajo.

A partir del 1 de agosto de 1990 se publicó en el *BOD* la modificación del *Reglamento sobre vigilancia*, *control e inspección sanitaria de comedores colectivos de las Fuerzas Armadas*, en el sentido de introducir algo tan básico como es la «educación sanitaria». De modo que en lo sucesivo los manipuladores de alimentos en las FF AA, deberán estar en posesión del carnet de manipulador, que les será entregado tras superar el reconocimiento médico con sus análisis de sangre, exudados nasofaríngeos, ceprológicos y parasitarios de una parte, y de otra acreditando una serie de conocimientos referidos a la educación higiénico-sanitaria en materia de alimentación. Para lo cual deberán asistir a un Curso de Manipuladores de Alimentos que puede ser organizado bien por un organismo sanitario civil, o bien militar caso de no ser posible realizarlo en el ámbito de la Comunidad Autónoma correspondiente.

Como detalle importante que denota el interés del Ministerio de Defensa por la especialización del personal manipulador conviene destacar el punto 1.3 de la citada OM que modifica el Reglamento sobre vigilancia, control

e inspección sanitario de comedores colectivos de las Fuerzas Armadas. Es la primera vez que en un texto legal se contempla la posibilidad de que los soldados no intervengan en la preparación de alimentos:

«Los puestos de manipuladores de alimentos se ocuparán, preferentemente, con personal fijo y debidamente cualificado. Cuando esto no sea, posible y haya de recurrir a personal de tropa y marinería, se deberá dar la máxima estabilidad a estos puestos de trabajo y el reconocimiento de la importancia y trascendencia que para la salud y el bienestar del personal tiene su cometido».

Por lo que respecta a la inspección en el ET las realiza el Cuerpo de Veterinaria Militar si bien en la Armada existen veterinarios de la escala de complemento dentro del Cuerpo de Intendencia. Toda inspección es apoyada por los laboratorios de bromatología, cuyo primer escalón lo constituye el Centro Militar de Veterinaria, donde se analizan las muestras de alimentos provenientes de todas las regiones militares, además de impartir los cursos de especialistas en Bromatología y Microbiología.

Actualmente se estudia la introducción en las inspecciones del sistema de análisis de riesgos, control de puntos críticos, que consiste en el cumplimiento de un protocolo general aplicado a cocinas, comedores, almacenes, cámaras frigoríficas, etc. Una vez localizados los puntos críticos y solucionados se disminuyen los riesgos de toxiinfección.

Todos estos esfuerzos se concretan como ya hemos dicho en la incidencia de las toxiinfecciones en las FF AA. El germen más frecuente aislado en las muestras que han producido alguna infección es la *salmonela*, siendo la «ensaladilla rusa» el plato que más veces se ha visto involucrado en intoxicaciones colectivas.

#### La distribución

En este apartado correspondiente a lo que es la alimentación propiamente dicha del soldado en el comedor, trataremos de un tema de especial importancia cual es la psicología del comensal.

Si como hemos visto existe una gran preocupación porque el individuo en filas reciba una alimentación que le aporte los principios esenciales necesarios para desarrollar su actividad en buenas condiciones de higiene y calidad, es lógico preguntarse que pasa con el resultado final, cual es el índice de aceptación de la comida.

En una encuesta realizada en el año 1986 entre soldados de la División Acorazada, tan sólo el 10,22 por 100 respondió que comía bien en el cuartel,

el 51,45 por 100 que comía regular y el 32,50 por 100 declaró que no comía bien.

Por lo que respecta a la opinión pública en general, según la encuesta publicada el 20 de mayo de 1990 en *Diario 16*, el 27,8 por 100 opinaba que la mala alimentación es frecuente en el servicio militar, 34,5 por 100 cree que la mala alimentación se produce a veces y el 27,6 por 100 piensa que nunca.

Pues bien, ¿qué podemos hacer para que el soldado coma mejor?, ¿cómo podemos evitar el exceso de residuos que se producen en las cocinas militares?

En primer lugar es preciso considerar que el joven que llega al servicio militar se encuentra en una etapa difícil de su vida, en el paso que está entre la adolescencia y la madurez, inseguridad, afectividad y afán de independencia son características de su personalidad. El ingreso del individuo en el Ejército supone una adaptación a una estructura social compleja e ignorada por él. En este proceso complicado de habituamiento, el rechazo de la comida puede ser una expresión de inadaptación.

Existe naturalmente un problema de cultura alimentaria y así hay platos que por no ser conocidos se rechazan de antemano. En cualquier caso existe una gran preocupación por este problema y actualmente la alimentación en los acuartelamientos es muy parecida a la que es consumida en casa por los jóvenes. Ella es precisamente un tema de reflexión, y bien pudiese ser utilizado el paso por las FF AA para modificar una serie de malos hábitos alimenticios y hacer hincapié en la educación sanitaria en este campo, sobre todo en estos momentos en los que la dieta mediterránea está siendo desplazada en España por la fast-food, o comida rápida basada en la hamburguesa y los embutidos fundamentalmente. Como casi siempre, parece que lo más acertado sería un sistema intermedio, donde se combinasen las tradicionales lentejas con los espaguetis o los fritos congelados.

## Raciones de campaña

Hasta aquí hemos hablado de alimentación en las FF AA, que realmente es muy similar a la de otros colectivos como colegios, internados, universidades, etc., la alimentación genuinamente militar es la del combatiente, la del hombre ocupado en misiones bélicas, tanto reales como en supuestos tácticos.

Cuando en estos casos especiáles el abastecimiento normal queda interrumpido es cuando se hace preciso dotar al soldado de una alimentación que le permita la máxima independencia, y que a su vez reúna una serie de características específicas:

- Ha de tener un formato adecuado de modo que pueda ser fácilmente transportado en la mochila, por tanto no ha de pesar en exceso, no debe quedar inutilizado por el agua, ni el exceso de frío o de calor.
- La preparación y empleo debe ser cómoda y rápida toda vez que no se dispone de cocinas y puede ser que no sea conveniente emplear fuego.
- También debe resultar apetecible y poner una buena calidad, porque en caso contrario tendrá una repercusión negativa sobre la moral. Además debe cubrir plenamente las necesidades nutritivas del individuo, sin crear sensaciones desagradables como pesadez, somnolencia, flatulencia o sed.
- La conservación debe ser fácil y la seguridad ante riesgos higiénicosanitarios absoluta.

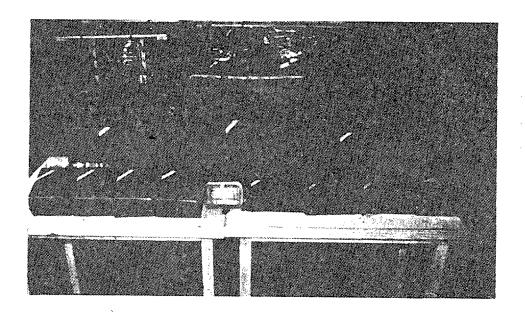
A estas necesidades responden plenamente las raciones de campaña que de momento no están homologadas para las FF AA españolas, disponiendo cada Ejército de las suyas.

En el ET, hay tres modelos de raciones de campaña; de emergencia, individual y otra de 36 plazas perfectamente enlatada incluso para ser lanzada con un paracaídas.

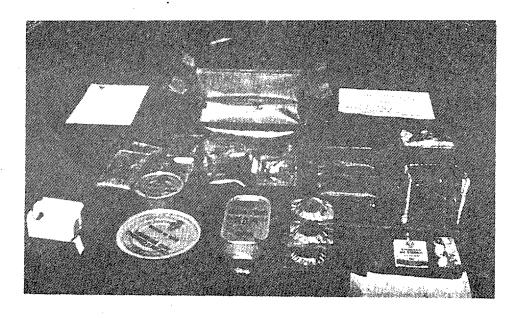
La ración de emergencia únicamente pretende el mantenimiento nutritivo del individuo, no es una comida propiamente dicha. Debe formar parte de la dotación permanente del combatiente y puede usarse ante casos de aislamiento mientras se espera el abastecimiento normal. Se presenta en una caja y contiene café soluble, caldo instantáneo, turrón, carne desecada masticable y comprimidos hidratantes entre otros alimentos, así como pastillas depuradoras, combustible sólido, fósforos y abrelatas.

La ración individual se presenta en dos módulos estancos de color verde mate para evitar reflejos y facilitar el camuflaje, el primer módulo contiene el desayuno y la primera comida mientras en el segundo está la cena. Esta ración individual se presenta con cuatro menús diferentes. El desayuno lleva café o chocolate con leche en polvo y galletas con mermelada. La primera y segunda comida es a base de latas; los primeros platos suelen ser potajes y los segundos, pescados enlatados.

La ración de 36 plazas contiene latas y paquetes para elaborar la comida de 36 hombres.



Las experiencias de las unidades que utilizan estas raciones en los ejercicios tácticos, determinan las modificaciones en cuanto al menú, presentación y material accesorio que han de ser aceptados por los fabricantes.



## **CAPÍTULO TERCERO**

## EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS EN LAS COSTUMBRES ALIMENTARIAS. ESTUDIO NUTRITIVO

# EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS EN LAS COSTUMBRES ALIMENTARIAS. ESTUDIO NUTRITIVO

Por Ángeles Carvajal

#### Introducción

La valoración del estado nutritivo de un individuo o un grupo de población debe hacerse desde el punto de vista: dietético, antropométrico, bioquímico, clínico e inmunológico y su estudio puede plantearse a tres niveles que coinciden con las tres etapas de instauración de la desnutrición:

- a) Una primera etapa en la que se produce un desajuste entra la ingesta y las Recomendaciones Dietéticas (RD). En esta etapa no se observa ninguna alteración bioquímica o clínica y el diagnóstico se realiza mediante las «encuestas alimentarias» estudiando la adecuación de la ingesta a las RD.
- b) En una segunda etapa, denominada «subclínica o marginal» existe una disminución de las reservas corporales de los nutrientes, con alteración de la función pero sin signos claros de enfermedad. El diagnóstico se realiza mediante «pruebas de laboratorio, bioquímicas, antropométricas e inmunológicas».
- c) Finalmente en una tercera etapa, también denominada desnutrición «clínica» o «enfermedad carencial», la enfermedad se manifiesta clínicamente con signos y síntomas claros. Ejemplos característicos son las avitaminosis (pelagra, escorbuto, etc.), marasmo, kwashiorkor, etc. En esta etapa el diagnóstico se realiza mediante «pruebas clínicas».

Por tanto, los estudios dietéticos y concretamente las «encuestas alimentarias» son el método de diagnóstico de los primeros estadios de instauración de

una malnutrición. Aunque los datos dietéticos no permiten, por sí solos, hacer una valoración completa del estado nutritivo de un individuo o grupo de población, nos van a permitir, sin embargo:

- Localizar grupos de población en riesgo por una inadecuada ingesta de nutrientes, ya sea por defecto o por exceso.
- Obtener información sobre la potencial relación entre el modelo de consumo de alimentos actual y pasado y el estado nutritivo y de salud a través de los estudios epidemiológicos.
- Identificar los alimentos que son los principales contribuyentes de la ingesta de determinados nutrientes.
- Servir de base para la realización de programas de política alimentaria y educación nutricional con objeto de reducir el tamaño de las poblaciones en riesgo.

#### Las encuestas dietéticas

Pueden dividirse en tres grandes grupos según que la unidad de consumo sea:

- La nación.
- La familia u otro pequeño colectivo.
- El individuo.

#### Estudios a nivel nacional

A nivel nacional, la estimación del suministro de alimentos para consumo humano se realiza mediante la técnica de «hojas de balance». Los cálculos se basan en un simple inventario de los alimentos disponibles para los habitantes de un país. Es decir, teniendo en cuenta la producción y las importaciones de alimentos y haciendo las oportunas deducciones por exportación, pérdidas en el almacenamiento o transporte y empleo en usos distintos a la alimentación humana (alimentación animal, semillas para cultivo, usos industriales, etc.), se obtiene, al dividir por el censo del país, una estimación indirecta de las disponibilidades medias por persona y día o año.

Considerando que se realiza un reparto homogéneo entre individuos con características muy heterogéneas (edad, sexo, características socio-económico-culturales, geográficas, etc.), estos datos únicamente proporcionan información sobre la existencia, o no, de suficiente cantidad de alimentos y sobre las tendencias de consumo. También pueden servir de base para la formulación de programas de política agroalimentaria o, de una manera muy poco precisa, para valorar la influencia de distintos factores sobre los hábitos alimentarios y la posible relación entre la dieta y la salud.

Como ejemplo de la información que pueden proporcionar este tipo de encuestas, en la gráfica 1, p. 36, figura el aporte calórico de las grasas en diferentes países. Estos datos, en principio, serían suficientes para observar que la tendencia actual se dirige hacia un mayor consumo de grasas e informar sobre qué países pueden tener un mayor riesgo por una elevada ingesta de este macronutriente.

Igualmente, dentro de un mismo país, los datos de «hojas de balance» pueden dar idea de la evolución del consumo de un determinado alimento. En la gráfica 2, p. 37, figura el consumo de carnes y derivados en nuestro país. Es evidente el extraordinario aumento producido en los últimos años.

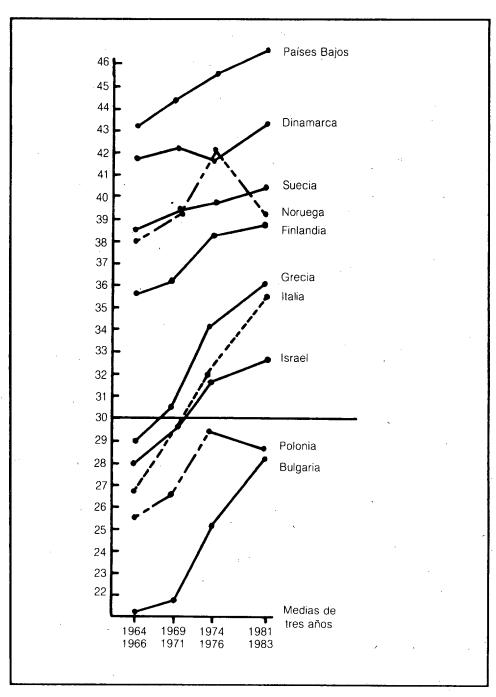
#### Estudios a nivel familiar

En las encuestas familiares, el control de todos los alimentos consumidos por la familia se realiza generalmente durante una semana o, si se trata de un comedor colectivo, durante el tiempo necesario para cubrir un ciclo entero de menús.

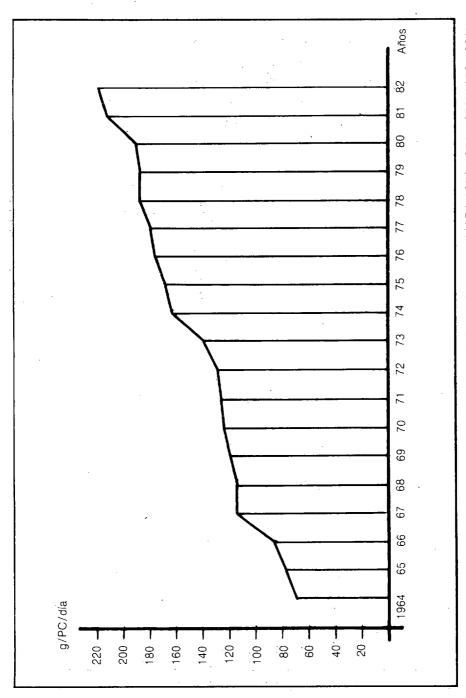
La técnica es un simple inventario y consiste en pesar todos los alimentos que hay en la despensa al inicio y al final del estudio, añadienco diariamente las entradas que se producen.

Posteriormente, se realiza un reparto homogéneo entre todos los comensales. Muchas veces el grupo encuestado presenta características bastante homogéneas, por ejemplo cuando se trata de comedores escolares o residenciales de ancianos, pero en el caso de una familia, ésta puede estar constituida de forma muy heterogénea. Esta es una de las grandes limitaciones de esta técnica, pues da una idea global del colectivo pero nunca nos muestra la ingesta real de cada uno de los individuos. Sin embargo, tiene la ventaja de que puede aplicarse a grandes muestras y nos permite localizar grupos que, por presentar ingestas inadecuadas, deban ser estudiados más minuciosamente.

Otra importante fuente de información sobre el consumo familiar de alimentos son las Encuestas de Presupuestos Familiares (EPF). La muestra suele ser representativa de todo el país. Además ofrece datos parciales según distintas variables: Comunidades Autónomas, tamaño del municipio de residencia, nivel de ingresos, nivel de instrucción, categoría socioeconómica, edad, tamaño familiar y estacionalidad. Por tanto, nos permiten analizar no sólo la estructura del consumo global sino también según las distintas variables.



Gráfica 1.—Porcentaje de energía procedente de la grasa (Helsing, 1987).

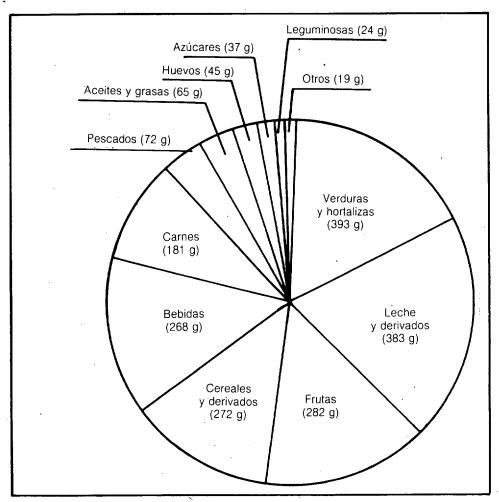


Gráfica 2.—Evolución de las disponibilidades de carnes. «Hojas de balance» (MAPA 1973-1974, 1976, 1979-1980).

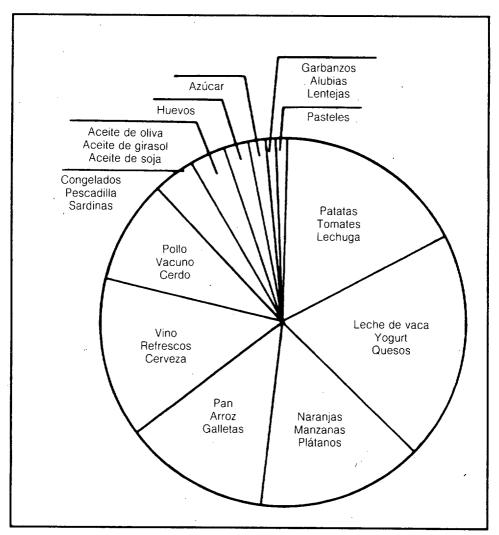
Este tipo de encuestas se realizan periódicamente y en la actualidad disponemos de datos de los años 1965, 1971 y 1987. Algunos ejemplos de la información que proporcionan figuran en las gráficas 3 a 7.

En la gráfica 3, podemos observar los grupos de alimentos más característicos de nuestra dieta: verduras y hortalizas, lácteos, frutas, cereales y carnes.

En la gráfica 4, figuran los alimentos más representativos de cada uno de estos grupos y que, en definitiva, son la base de nuestros hábitos alimentarios.



Gráfica 3.—Consumo medio por grupos de alimentos (g/PC/día) (1981).



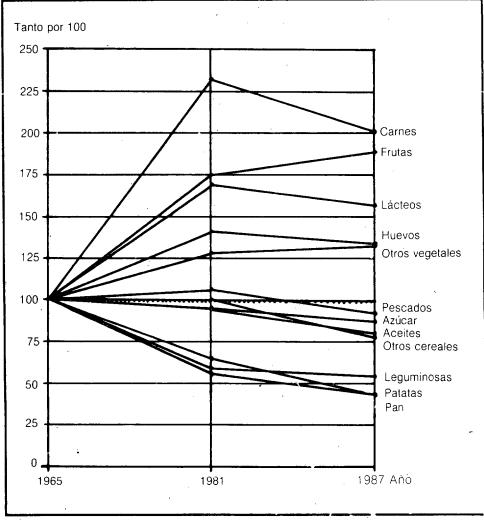
Gráfica 4.—Alimentos más representativos de cada grupo (1981).

En la evolución del consumo de alimentos, representada en la gráfica 5, p. 40, observa el gran aumento de la carne, ya pronosticado previamente por las «hojas de balance».

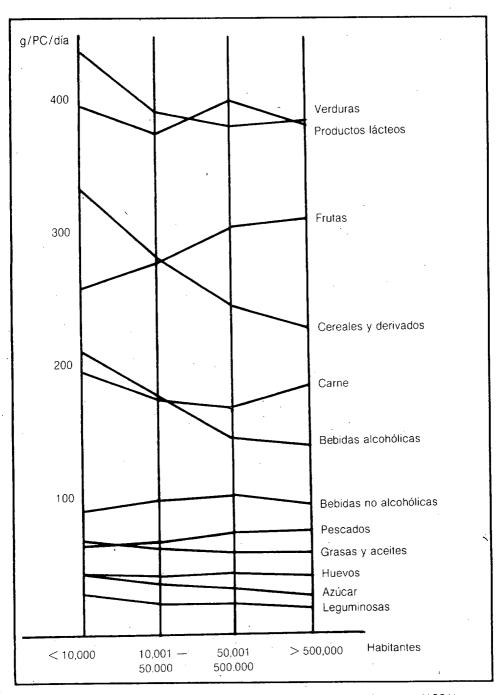
También podemos observar la influencia de algunas variables, por ejemplolas que tienen una mayor relación con nuestras sociedades desarrolladas (urbanización e ingresos) (gráficas 6 y 7, pp. 41-42).

La urbanización ha hecho que en un período de tiempo relativamente pequeño (pocos años), España haya pasado de ser un país fundamentalmente

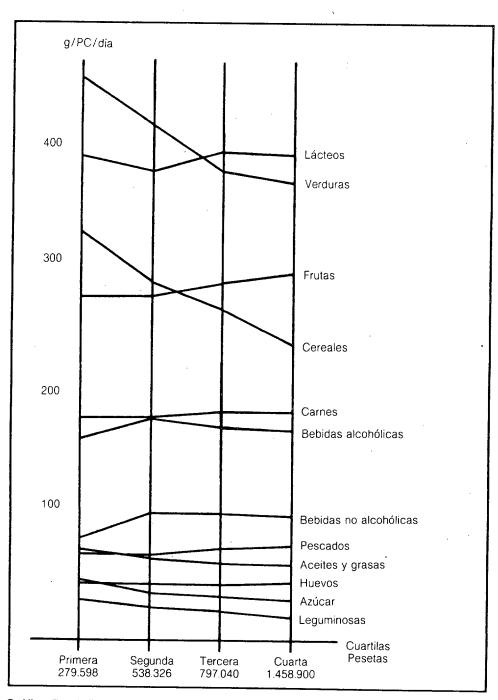
agrícola a incluirse entre los llamados países industrializados, aunque el grado de urbanización no haya sido homogéneo para el conjunto de la población. Ha supuesto la introducción y aceptación de nuevos alimentos, principalmente los tratados industrialmente a expensas de los alimentos frecos. Algunos aspectos de esta evolución han sido y serán realmente positivos. Sin embargo, otros han afectado negativamente y han contribuido al desarrollo de las llamadas enfermedades degenerativas o de la «abundancia» obesidad, hipertensión, ECV, diabetes, determinadas malnutriciones, etc.



Gráfica 5.—Evolución del consumo de alimentos (1965 = 100).



Gráfica 6.—Influencia de la urbanización en el consumo de alimentos (1981).



Gráfica 7.—Influencia de los ingresos en el consumo de alimentos (1981).

La urbanización (definida por el tamaño del municipio), los ingresos y el nivel de instrucción ejercen prácticamente la misma influencia: al aumentar estas variables se produce un descenso en el consumo de alimentos de carácter básico como patatas, pan, aceite, azúcar y legumbres y otros de relativamente bajo precio (pollo, cerdo, embutidos, sardinas, pescados congelados, etc.). Por otro lado, se observa un aumento de fruta y pescado, no afectándose el consumo de lácteos y carne.

Resumiendo, puede decirse que estos dos grandes grupos de encuestas alimentarias, pese a las ventajas ya comentadas tienen el gran inconveniente de que no nos permiten observar en qué medida los individuos varían su ingesta de alimentos dentro de un grupo de población (variaciones individuales). Por tanto, para confirmar las hipótesis sobre la relación dietasalud que pueden derivarse de ellas es necesario realizar encuestas individuales sobre el consumo de alimentos.

#### Encuestas individuales

En primer lugar conviene señalar que, aunque existen una gran variedad de métodos para estudiar la ingesta individual de alimentos, ninguno está generalmente aceptado y la elección del más apropiado dependerá principalmente del objetivo del estudio, de la muestra, de la duración y de otros factores como disponibilidad de personal entrenado, tiempo y dinero. La elección del método es, quizás, la tarea más importante y difícil para el éxito del trabajo.

Las técnicas de estudio de la ingesta individual pueden clasificarse en dos grandes grupos según estudien la ingesta actual o la ingesta pasada.

#### **ESTUDIOS PROSPECTIVOS**

Entre las técnicas que estudian la ingesta actual, podemos destacar las siguientes:

- 1) «Pesada precisa». Como su nombre indica, consiste en pesar todos los alimentos que va a ingerir el individuo. Esta es quizás la técnica más perfecta pero también la más costosa en tiempo y dinero y la que requiere un mayor grado de colaboración por lo que la muestra generalmente está formada por voluntarios y pocas veces puede elegirse al azar. La técnica la realiza el encuestador.
- 2) «Estimación de los alimentos consumidos». Las cantidades consumidas por el individuo se estiman empleando medidas caseras, comparando con modelos o mediante el uso de fotografías. La anotación del menú puede ayudar a una mejor interpretación de los resultados. Esta técnica

puede realizarse en muestras más grandes, pues debido a su relativa sencillez puede realizarla el propio encuestado, previamente instruido.

#### **ESTUDIOS RETROSPECTIVOS**

Los principales métodos para estudiar la ingesta pasada son los siguientes:

- 1) «Recuerdo de 24 ó 48 horas». La técnica consiste en recordar y anotar todos los alimentos y bebidas consumidos en las últimas 24 ó 48 horas. Las cantidades ingeridas se estiman, como en el caso anterior, en medidas caseras, comparando con modelos o mediante el empleo de fotografías. Este método es relativamente rápido (entre 30 y 60 minutos por individuo) y, por tanto, puede realizarse en grandes muestras.
- 2) «Historia dietética», desarrollada por Burke en la década de los años 40, es quizás la técnica más empleada en la actualidad para conocer la ingesta habitual de alimentos, principalmente en estudios epidemiológicos. El método consta de tres partes distintas:
  - «Registro de los alimentos consumidos durante 2 ó 3 días», con objeto de obtener los menús más típicos.
  - «Frecuencia de consumo» de los alimentos que figuran en el registro previamente realizado y de otros alimentos característicos de los hábitos alimentarios del grupo de población al que pertenece el individuo o de alimentos de especial interés para el objetivo del estudio. La cantidad consumida se estima empleando medidas caseras.
  - «Algunas preguntas de carácter general» acerca del modelo dietético y de algunos hábitos alimentarios y de vida, por ejemplo, ¿qué desayuna normalmente?, ¿qué tipo de grasa utiliza?, ¿De qué manera prepara los alimentos?, etc. Esta técnica puede cubrir cualquier período de tiempo, pero hay que tener en cuenta la memoria del individuo a la hora de prolongar el tiempo hacia atrás.
- "Si a Frecuencia de consumo», que consiste en anotar la frecuencia (diaria, semanal, mensual, etc.) de determinados alimentos, elegidos como es lógico en función del objetivo del estudio. La estimación de las cantidades consumidas se realiza empleando medidas caseras o comparando con modelos.

Resumiendo podemos decir que la técnica perfecta no existe y que la elección de la misma va a estar casi exclusivamente determinada por el objetivo del estudio. Por otro lado, sería necesario estandarizar las técnicas al objeto de poder comparar los estudios realizados en los diferentes países.

Una vez conocido el consumo de alimentos, empleando cualquiera de las técnicas antes descritas, éstos deberán ser transformados en energía y nutrientes empleando gráficas de composición de alimentos o, en casos especiales, por análisis bromatológico de una porción duplicada.

Después de conocida la ingesta de energía y nutrientes, hay que calcular las RD del individuo o del colectivo teniendo en cuenta las distintas circunstancias del mismo (edad, sexo, actividad física, etc.).

Finalmente habrá que valorar e interpretar todos estos datos para poder juzgar el «estado nutritivo» desde el punto de vista de la dieta.

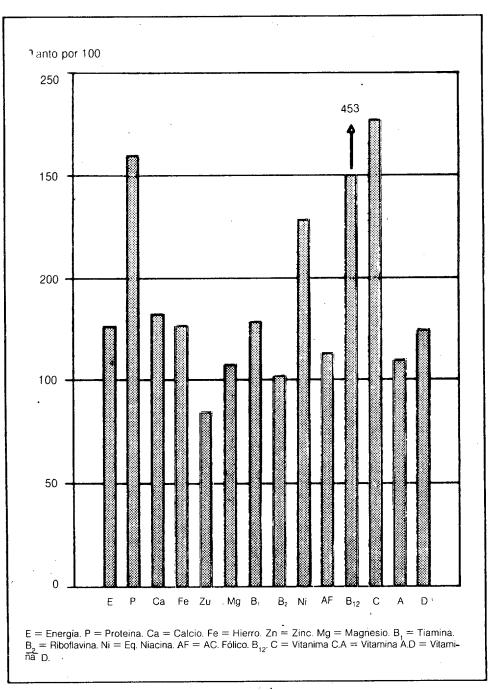
La valoración e interpretación podrá hacerse:

- 1) Analizando cuantitativa y cualitativamente los siguientes parámetros:
  - Grupos de alimentos.
  - Alimentos:
  - Modelo dietético.
  - Hábitos alimentarios.
  - Energía y nutrientes.
  - Otros componentes de los alimentos.
- 2) Mediante el empleo de diversos índices que definen la calidad de la dieta.
- 3) Empleando el análisis estadístico:
  - Medidas de centralización y dispersión.
  - Distribución de los datos (percentiles):
  - Correlaciones, etc.
- 4) Comparando con otros parámetros indicativos del estado nutritivo.

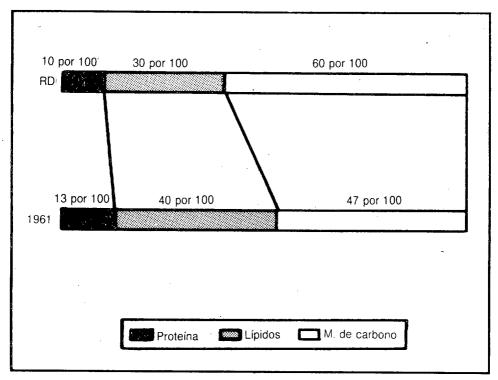
# Estudio nutritivo bajo el punto de vista de la dieta

De la valoración e interpretación de los datos que proporcionan las EPF, puede hacerse un análisis del «estado nutritivo» de nuestra población. En las gráficas 8 y 9, pp. 46-47, figura la adecuación de la ingesta de energía y nutrientes a las RD. Como en todos los países desarrollados, la ingesta energética supera ampliamente a las necesidades (26 por 100) y la de proteínas es dos veces superior a las RD. El consumo de grasa es también muy alto. Sin embargo, su calidad es excelente con respecto a la incidencia de enfermedades cardiovasculares. Esta ventajosa situación es debida al consumo de aceites vegetales, principalmente de oliva, y de pescado.

Sin embargo, el perfil calórico se aleja bastante del ideal, encontramos un aporte calórico alto de proteína y lípidos y bajo de hidratos de carbono, como viene siendo habitual en todas las sociedades desarrolladas.



**Gráfica 8.—**Aporte de la ingesta a las recomendaciones dietéticas (RD = 100).



Gráfica 9.—Perfiladores (1981).

El suministro de vitamina C es adecuada y además, más del 50 por 100 procede de alimentos crudos. Por otro lado cabe señalar que pueden existir grandes grupos de población con ingestas deficitarias pues las ingestas de vitaminas A, B<sub>2</sub> y ácido fólico, están muy próximas a las RD.

Finalmente se puede concluir que, con los datos actualmente disponibles, es posible valorar el estado nutritivo de nuestra población y de diversos estratos de la misma, desde el punto de vista de la dieta y localizar grupos de población en riesgo que deberán ser estudiados más profundamente.

# **CAPÍTULO CUARTO**

# **CAUSAS DE LOS CAMBIOS**

(El avance tecnológico en la industria alimentaria. Aplicaciones del frío y coadyuvantes en la conservación de alimentos vegetales frescos)

#### **CAUSAS DE LOS CAMBIOS**

(El avance tecnológico en la industria alimentaria.

Aplicaciones del frío y coadyuvantes en la conservación de alimentos vegetales frescos)

Por José L. DELA PAZA PÉREZ

#### Introducción

Hoy día más que nunca, y a pesar del dinamismo en la industria de la transformación de frutas y hortalizas para el desarrollo de nuevos productos, como respuesta al cambio de los hábitos alimentarios del consumidor en todos los países industrializados, se solicitan con carácter general alimentos naturales, frescos, ligeros, no sometidos a proceso o ligeramente procesados, de elevado contenido en vitaminas, en nutrientes y fibra alimentaria. En definitva se incorpora el concepto de «frescura» en los alimentos transformados, al extremo de aplicar el calificativo de «fresco» o «natural» indistintamente, con tal de que el alimento en cuestión no contenga sustancias nocivas para la salud, no contenga aditivos (colorantes, edulcorantes, conservantes, etc.).

Ante esta situación, son precisamente los alimentos refrigerados los más «frescos» y si además se trata de productos vegetales (frutas y hortalizas) para consumo en fresco, los más naturales, pues de entre todas las tecnologías de conservación, la «refrigeración», entendida como aplicación de bajas temperaturas sin llegar a alcanzar el punto de congelación incipiente del alimento, es la que más próxima mantiene el producto en su estado original, y más aún la única que le mantiene en su estado de ser vivo, después de recolectado. Esta es la gran diferencia con la otra tecnología que utiliza también el frío para conservar alimentos, la congelación, en que todo rasgo de vida vegetal ha sido suprimido.

Si aceptamos como referencia válida para la evolución de las tendencias en el consumo de frutas y hortalizas, la situación actual en EE.UU. se ve cómo el consumo de frutas y hortalizas es creciente, habiendo ganado en popularidad las hortalizas frescas y congeladas frente a las enlatadas. El menor tiempo de preparación de los congelados es un factor de conveniencia importante, que contribuye al mayor incremento en el consumo de las hortalizas congeladas frente a las frescas, si bien en términos de consumo per cápita porcentual el de estas últimas está a la cabeza, con 47 por 100, seguido por el de las conservas con el 44 por 100, mientras que el de hortalizas congeladas (excluida la patata) representa tan sólo el 9,3 por 100 del consumo total de hortalizas.

En cuanto a las frutas el consumo *per cápita* ha aumentado a razón de 0,8 por 100 por año, habiendo sido el de las frutas frescas, sin considerar los cítricos, a razón de 2 por 100, mientras el de la fruta procesada ha descendido, refiriéndonos al período entre los años 1970 y 1985.

El interés de la conservación en fresco de los vegetales, y más concretamente de los productos hortofrutícolas, es obvio si se tiene en cuenta que el frío constituye dentro del área de ciencia y tecnología de los alimentos, un medio imprescindible para la comercialización de las producciones vegetales en estado fresco, en condiciones de óptima calidad, siempre que su aplicación se lleve a cabo con criterios técnicos y con el conveniente conocimiento acerca de la naturaleza de estos productos, siendo las modernas tecnologías frigoríficas utilizadas una necesidad actual para el sector hortofrutícula nacional, en el marco del sistema agroalimentario español.

Como norma general, el tratamiento frigorífico ha de aplicarse lo más rápidamente posible, con el fin de reducir pérdidas de peso, controlar la germinación de esporas y el desarrollo de podredumbres y frenar, en definitiva, la evolución del metabolismo del fruto antes de que se inicie la crisis climatérica, en los que tienen esta condición, o se activen las reacciones bioquímicas que conducen al marchitamiento y senescencia en los no climatéricos, pues en caso contrario la aplicación del frío no sería capaz de detener o controlar dichos procesos, acortándose considerablemente los períodos de conservación y en muchos casos, presentándose ciertas alteraciones fisiológicas.

# Procesos vitales, posrecolección de frutas y hortalizas frescas

# Patrones respiratorios

En determinado momento del proceso de maduración habrá de realizarse la recolección. Determinadas especies, denominadas «climatéricas» han de

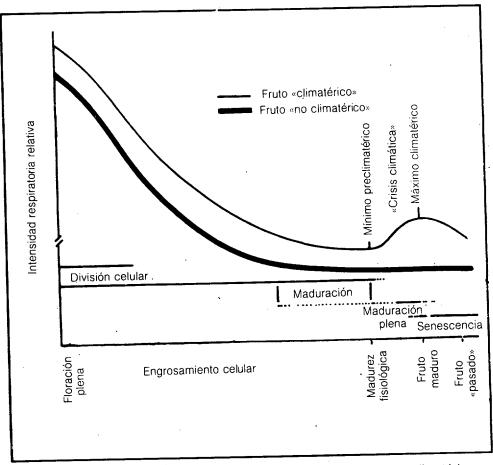
presentar en la recolección un estado de madurez fisiológica adecuado, que aunque no apropiado para su consumo inmediato, confiera al fruto su pleno desarrollo y capacidad para adquirir la maduración plena posterior. En este grupo se encuentran: aguacate, albaricoque, ciruela, chirimoya, kaki, kiwi, mango, manzana, melocotón, melón cantalupo, melón honey dew, guayaba, higo, feijoa, mamey, papaya, maracuyá, pera, guanábana, zapote, nectarina, tomate, plátano y sandía.

La curva de la intensidad respiratoria de los frutos de estas especies. medida por el CO2 desprendido por unidad de peso de fruto y por unidad de tiempo (mg CO<sub>2</sub>Kg $^{\pm 1}$ h $^{\pm 1}$  en la reacción de la respiración: C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>+60<sub>2</sub>= 6CO<sub>2</sub> + 6H<sub>2</sub>O + 673 Kcal, presenta un valor mínimo, conocido como «mínimo pleclimatérico», seguido de un ascenso más o menos pronunciado hasta un valor máximo conocido como «máximo climatérico». Entre ambos momentos, mínimo y máximo climatéricos, se desarrolla realmente la «crisis climatérica», cuya última fase se conoce como ripening de la bibliografía anglosajona, que ha sido traducido por maduración organoléptico, maduración de consumo tradicionalmente. No obstante, nosostros hemos propuesto la denominación «maduración plena» por definir más claramente la plenitud del proceso o culminación de las modificaciones más drásticas de la mayor parte de los fenómenos bioquímicos y fisiológicos que constituyen la esencia misma de la maduración, razón por la que dicha crisis climatérica de la respiración es la fase más importante y delicada desde el punto de vista cualitativo, en la vida posrecolección de los frutos climatéricos.

Después del máximo climatérico se inicia el camino hacia la senescencia, en el estado posclimatérico del fruto, con descenso continuo de la respiración, gráficas 1, p. 54).

Durante la «crisis climatérica» es cuando se produce la transformación cualitativa del fruto fisiológico maduro, gracias a la «maduración plena», incluyéndose como más significativos el ablandamiento de la pulpa, los cambios hidrolíticos de las materias de reserva y los cambios en pigmentos y aroma, todos ellos gobernados por enzimas específicos.

El otro patrón respiratorio es el correspondiente a los frutos «no climatéricos», al que pertenecen: aceituna, cacao, cereza, fresa, lichi, limón, mandarina, naranja, pepino, piña, pomelo, tomate de árbol (tamaillo), tomates *nor* y *rin*, uva de mesa. Son no obstante varias las especies que aún no están definidas en cuanto a su patrón respiratorio. Es el caso del higo (en unos casos «climatéricos» y en otros «no climatérico»), lulo, curuba, melón (según variedad).



**Gráfica 1.—**Curvas respiratorias de los trutos «climatéricos» y «no climatéricos», en relación con las fases de desarrollo.

En los frutos «no climatéricos» la intensidad respiratoria sigue una tendencia de constante disminución, desde la recolección. Ésta debe realizarse en estado óptimo de consumo, puesto que al carecer de crisis respiratoria, no existe *ripening* (maduración plena) y su maduración no tiene lugar una vez separados de la planta madre. Estos frutos no contienen almidón en general, y no presentan modificaciones fisiológicas importantes después de la recolección.

Siendo la IR un índice fisiológico del metabolismo de los frutos es propio pensar que, si el CO<sub>2</sub> producido proviene de la combustión de sus reservas glucídidas fundamentalmente y siendo éstas una cantidad concreta una vez

recolectado el fruto, el CO, total desprendido hasta que alcanza su maduración plena ha de ser una cantidad determinada, como indicaba Blackman en el año 1928, según cita Bastín en el año 1970. El autor de este artículo propone el concepto de que la «integral respiratoria» (cantidad total de CO<sub>2</sub> producida) es una «constante vital» en la vida posrecolección de un fruto con independencia de cuáles sean las condiciones de conservación y/o de maduración. Así, cuando una pera se considera que ha llegado a su momento de calidad óptima tanto si se ha madurado aceleradamente en 2 ó 3 días como si se ha mantenido durante 10 meses en Atmósfera Controlada (AC), la integral respiratoria es una constante para dicha variedad de pera. Dicha integral respiratoria adquirirá valores concretos, dentro de unos márgenes que será preciso determinar, para considerar que se ha alcanzado su calidad óptima. La aplicación de modelos matemáticos que relacionan esta integral respiratoria con los parámetros de la calidad y la definición de los umbrales de éstos para un nivel de calidad ha constituido motivo de ciertas investigaciones en varios grupos de investigación del Instituto del Frío...

#### Maduración plena y calidad de consumo

Hasta el momento de la recolección la evolución de la respiración es muy similar en ambos grupos de frutos. En muchos frutos de patrón respiratorio climatérico, el «máximo climatérico» coindice con el grado óptimo de calidad de consumo, como ocurre en la pera, por ejemplo; en otros, como la manzana y el plátano, aquél precede ligeramente al momento de calidad óptima; en el tomate, sin embargo, el máximo climatérico se alcanza bastante antes de que el fruto esté completamente maduro.

El máximo climatérico se puede presentar con mucha intensidad y cierta rapidez en los casos de aguacate y plátano; a ritmo moderado en pera y mango y es más lento en manzana, e incluso no se presenta (no climatéricos y climatéricos cuando por efecto de las condiciones de la conservación desaparece dicho climaterio).

Con pocas excepciones (por ejemplo, pera, aguacate, plátano) todos los frutos alcanzan el óptimo de calidad de consumo cuando se maduran plenamente en la planta madre. Las dificultades impuestas por los sistemas de distribución para los frutos plenamente maduros, no permiten tal situación, salvo escasas excepciones. Por ello debe llegarse a una solución de compromiso entre madurez óptima y calidad óptima.

Aunque para la mayoría de las hortalizas la madurez óptima coincide con la calidad de consumo óptima, en la mayoría de los frutos de recolección no se

— 55 <del>—</del>

hace en el momento indicado como de «madurez de consumo», sino en el denominado de «madurez de recolección» o «madurez fisiológica», y que es el verdaderamente importante para el productor, ya que en este momento el fruto alcanza los requisitos necesarios para que, tras la aplicación de las técnicas convenientes de conservación, evolucione en su madurez hasta el grado adecuado, teniendo en cuenta el proceso de comercialización y distribución al estado fresco.

En cuanto a las hortalizas, para la gran mayoría, la calidad óptima de consumo se logra antes de la madurez completa, como ocurre en las foliáceas y frutos inmaduros (pepinos, maíz dulce, judías verdes, guisantes...). En estos casos los problemas se plantean al retrasar las cosechas lo que repercute en la pérdida de calidad.

Los cambios generales asociados con la maduración plena, que incluyen el ablandamiento de la pulpa del fruto, conversiones hidrolíticas de las materias de reserva en el fruto, y los cambios en los pigmentos y aromas, pueden atribuirse a la energía suministrada por la actividad respiratoria. La canalización de las energías respiratorias en el proceso de maduración plena implica notables cambios en los componentes enzimáticos de los frutos durante dicho proceso.

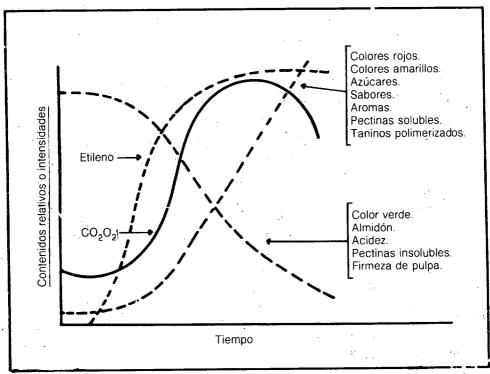
El «ablandamiento» es uno de los cambios más acusados durante la maduración plena de los frutos carnosos, que está provocado por la hidrólisis y degradación progresiva de la protopectina insoluble que se encuentra en la «laminilla media» recubriendo la membrana celular, en pectina soluble que le confiere mayor movilidad a las células. La solubilización de las sustancias pécticas puede producirse a través de un aumento en las metilaciones de los ácidos galacturónicos o mediante un acortamiento de las cadenas de ácido poligalacturónico, regido por las enzimas pectinmetilesterasa y poligalacturonasa. Las células parenquimáticas, que constituyen la parte comestible de las hortalizas, tienen la capacidad de absorber agua a través de la pared celular y provocar presiones hidrostáticas en su interior, lo que proporciona la turgescencia.

Los cambios hidrolíticos durante la maduración plena conducen normalmente a la «formación de azúcares», a partir de almidón fundamentalmente aunque se ha comprobado también a partir de grasas. Los principales azúcares presentes en los jugos celulares son sacarosa, fructosa y glucosa, siendo estos dos últimos los azúcares reductores. A veces existe sorbitol, en peras sobre todo, que se transforma en fructosa. Es más dulce que la sacarosa y ésta más que la glucosa. Así, frutos con el mismo contenido de azúcares

totales y de ácidos, pueden ser más o menos dulces según sean sus niveles relativos de sacarosa, fructosa y glucosa.

Los cambios en el «aroma», se deben a los compuestos volátiles aromáticos como ésteres, alcoholes, aldehidos y cetonas, que se desarrollan durante la maduración, así como a una serie de hidrocarburos saturados e insaturados. La «temperatura» juega un papel muy importante en el desarrollo del aroma, facilitándose al pasar a temperatura ambiente desde las cámaras de conservación. Por otro lado las atmósferas enriquecidas en CO<sub>2</sub> son desfavorables a la producción de sustancias orgánicas volátiles específicas. La senescencia se acompaña de un aumento en la producción de alcoholes libres.

Las modificaciones en los «pigmentos», son deseables o no, según la naturaleza y destino del producto. Así, la desaparición progresiva de la clorofila es deseable en frutas pero no en hortalizas, por el atributo de su coloración verde. Durante la maduración se desarrollan los pigmentos



Gráfica 2.—Cambios asociados con la «maduración plena» de los frutos «climatéricos» (De A. A. Kader et al, 1980).

carotenoideos (amarillo y naranja), que son deseables en albaricoque, melocotón, cítricos, etc. El color rojo en tomate se debe a un carotenoide específico, el licopeno. También incrementa la síntesis de antocianos (pigmentos rojos y azules), deseable en manzana, cereza, fresa, grosella. Además de estos, otros compuestos fenólicos (taninos, polifenoles...) pueden originar pardeamientos enzimáticos, con la aparición de ácidos aromáticos como el ácido clorogénico, o catequines, flavones, leucoantocianinas, que deterioran la calidad sensorial.

Los «ácidos orgánicos» disminuyen durante la maduración, con predominio de málico, cítrico, ascórbico, succínico, etc. Los ácidos son importantes en relación con el sabor, por cuanto influyen en la acidez, y tienen un efecto indirecto en la percepción del dulzor. La regresión de los ácidos durante la maduración ha sido muy estudiada, tratado por adecuadas tecnologías de conservación (atmósfera controlada) retener los ácidos en los frutos y además se provoca así una mayor hidrólisis de la sacarosa (discárido) a los monosacáridos reductores fructosa y glucosa.

En la gráfica 2, p. 57, se representan la evolución de los principales constituyentes de los frutos climatéricos, asociados con la maduración plena, señalando los que aumentan y los que disminuyen.

# Influencia del frío y coadyuvantes (AC, fungicidas) en los atributos de la calidad y en el valor nutritivo

Modificaciones debidas a la técnica de conservación por frío

La influencia del frío en los atributos de la calidad, tanto los morfológicoestructurales (turgencia, color, textura y sabor y aroma) como el valor nutritivo, es notable.

La «turgescencia» excesiva puede ser la causa de agrietamiento de los frutos, como la manzana, si la atmósfera de conservación es muy húmeda. Con atmósferas en las que se mantenga una humedad suficientemente elevada, la acción del frío puede ser eficaz para reducir la desecación superficial de muchos productos ricos en agua, en los que, por muy leve que sea su pérdida de los parénquimas subepidérmicos, repercute en la presencia de arrugamientos superficiales, con el consiguiente detrimento de la calidad, son factores que condicionan tal pérdida por evaporación del agua, la humedad relativa del aire ambiente y su temperatura.

En el supuesto de que los tejidos de frutas y hortalizas hielen, con el subsiguiente calentamiento, el agua se perdería fácilmente por el enorme

aumento de la permeabilidad del protoplasma muerto a los líquidos celulares, y el resultado final sería un estado esponjoso y blando contrario al estado turgente.

La tecnología frigorífica de conservación en fresco debe mantener el «color» inicial de las hortalizas, pero debe, sin embargo, permitir la evolución del color de los frutos recolectados verdes, sin bloquear el proceso de viraje, que podrá conseguirse incluso durante la posmaduración o maduración complementaria, a continuación del tratamiento frigorífico. En el proceso del viraje intervienen la concentración de óxigeno en la atmósfera intercelular, la riqueza de los tejidos en etileno, la temperatura...

La «pigmentación» se mejora a veces con el tratamiento frigorífico, como ocurre en el caso de las naranjas sanguinas, en cuanto a la intensidad del color rojo.

La «textura» constituye un atributo de la calidad que en muchos casos es índice de alteración característica, y que puede impedirse o reducirse por medio del tratamiento frigorífico, como son, por ejemplo, los espárragos lignificados, las fresas muy blandas, las ciruelas pastosas, las peras endurecidas.

El «sabor y aroma» de las frutas y hortalizas puede ser inicialmente el deseado para consumo o bien poseer la potencialidad de conseguirlo tras su conservación, como son los casos, respectivamente, de patata y pera, por ejemplo.

El sabor está en estrecha relación con el contenido en azúcares, ácidos orgánicos, taninos y esencias. El frío frena la desacidificación, modera el consumo de azúcares y retarda la elaboración de esencias.

Ciertos sabores extraños se pueden provocar por la conservación en frío, como ocurre a veces con especies de cítricos como el pomelo, en razón de la presencia de principios heterosidos amargos. En otras ocasiones se atribuye al frío determinado aroma y sabor a «cámara», sobre todo en manzana. Realmente no es el frío la causa, sino la excesiva humedad en la cámara y período de conservación demasiado largo en atmósfera normal, lo que puede propiciar la oxidación de productos orgánicos volátiles, situación que se aminora en el caso de la atmósfera controlada, a la vez con una ligera desecación de la atmósfera.

El metabolismo de hidratos de carbono y ácidos, en su conjunto causantes del sabor, se afecta considerablemente por la temperatura enriqueciendo en azúcares solubles (glucosa, fructosa, sacarosa), a expensas de almidón,

fructosanos, etc., a consecuencia de su hidrólisis, siendo típicos los casos de patata, cebolla, castaña, zanahoria, rábano, con variaciones en función del período de conservación, que ponen en claro la existencia de procesos de conversión reversible, con casos de condensación de monosacáridos en semillas como el maíz o el guisante, al madurar, para revertir a almidón. En la patata este proceso está fuertemente por debajo de +5 °C, pero reversiblemente, en función de las condiciones de conservación se hace posible desviar el equilibrio entre almidón y azúcares de bajo peso molecular, como ocurre al mantener una atmósfera de niveles de CO<sub>2</sub>, entre 5 y 20 por 100 para concentración de O<sub>2</sub> inferior al 3 por 100, si bien en estas condiciones se podría favorecer la brotación. Como ejemplo contrario se suele recordar a la manzana, en que se produce la acumulación de hexomas a expensas de sacarosa, a temperaturas entre 0 y 3 °C. Otro parámetro de la conservación, la humedad relativa, influye en el metabolismo de los carbohidratos en lechuga, zanahoria, apio, rábano.

#### Modificaciones debidas a la AC

En cuanto al color, las pérdidas de clorofila y biosíntesis de carotenoides y antocianinos se retienen en cultivos hortícolas mantenidos en AC (Brecht, 1980).

Los «niveles altos de CO<sub>2</sub> pueden favorecer los efectos nocivos en la evolución del color durante la conservación en AC, después de transferirse al aire.

Como ejemplos se pueden citar:

- Coloración roja heterogénea de «tomates» recogidos en estado verdemaduro y conservados en atmósferas de más de 5 por 100 CO<sub>2</sub>.
- Apariencia grisácea-amarilla en «coliflor» después de la cocción tras su conservación en 15 por 100 CO<sub>2</sub>.
- Ocurecimiento de «fresas» en 25 por 100 CO<sub>2</sub>.

En cuanto a «niveles bajos de  $O_2$ », se ha comprobado que no se elimina la actividad de la O-fenoloxidasa mientras no se llegue al 0 por  $100\,O_2$ , aunque se tengan niveles de  $CO_2$  superiores a 5, que suprimen la actividad de dicho enzima. Por ello se presenta la decoloración del sombrero de los «champiñones» (Murr y Mornis, 1974).

Los tejidos dañados mecánicamente en judía verde retrasan su pardeamiento en 10 y 30 por 100 CO<sub>2</sub> por la vía de su reducción del contenido de fenoles, actividad fenolosa y oxidación de fenoles.

-El efecto del CO<sub>2</sub> sobre la inhibición de la producción fenólica y de la actividad polifenoloxidasa también se ha observado en «lechuga» (Siriphanich y Kader, 1985), que volvía a perder al pasar al aire.

En relación con la «textura», la formación de poliurónidos solubles, con la consecuencia de ablandamiento de los tejidos, se reduce considerablemente, llegando en manzana al 50 por 100 del valor máximo, en 2 por 100 a 4 por 100  $\rm O_2$  (Knee, 1980), en el kiwi se reduce al ablandamiento en atmósfera (2) 5, respecto al aire (21) 0, a 0 °C durante 6 meses. La actividad de la poligalacturonasa se reduce en tomate verde en atmósfera (5)5 durante 8 semanas a 12,5 °C.

Las altas concetraciones de  ${\rm CO_2}$  inciden más que las bajas concentraciones de  ${\rm O_2}$  en cuanto a la retención de la firmeza.

La AC afecta a la textura del «espárrago», al retrasar su aspereza y fibrosidad si se mantiene a 4 °C en 12 por 100 CO<sub>2</sub>, así como el enternecimiento de brécol en 10 por 100 CO<sub>2</sub> durante dos semas a 5 °C.

La AC afecta a las modificaciones en carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas, aminoácidos, lípidos y compuestos fenólicos que indicen en la calidad gustativa (sabor y aroma) de frutas y hortalizas.

La conversión de almidón en azúcares, con el consiguiente endulzamiento en el caso de la patata cuando se conserva a 2 °C, puede reducirse a 5-20 por  $100~{\rm CO_2o}$  en menos de 3 por  $100~{\rm O_2}$ , aunque, por el contrario, en estas condiciones se puede producir la brotación. En cuanto a la retención de los ácidos por la AC, es un fenómeno general en los frutos secos, si bien en algunas hortalizas como lechuga se ha observado el fenómeno inverso al pasar a condiciones de atmósfera normas desde 5-15 por  $100~{\rm CO_2}$ .

Los volátiles puede descender en los frutos frescos a concentraciones reducidas de  $O_2$ , como ocurre en manzana cox mantenida a 2 por 100  $O_2$ , con escasa biosíntesis de alcoholes precursores de los ésteres aromáticos que le confieren su aroma característico. No obstante, el efecto es reversible al concluir la conservación en AC.

Los aromas extraños aparecen con frecuencia cuando se produce la respiración anaerobia con acumulación de alcohol acetaldehido, por inadecuadas concentraciones de  ${\rm O_2}$  y/o  ${\rm CO_2}$ .

En cuanto al «valor nutritivo y sanitario», la AC suele mantener mejor que la conservación convencional en aire, el contenido en vitamina C de frutas y hortalizas. Así en la col china a 1 por 100 O<sub>2</sub> se mantiene mejor el ácido

ascórbido, retrasándose las pérdidas en azúcares y clorofila y ampliando el período de conservación durante 5 meses a 0 °C comparado con períodos inferiores a 3 meses en aire a la misma temperatura.

En «espinaca» se ha observado acumulación de «nitritos» si se mantienen en 1 por  $100~{\rm O_2}$  a  $10~{\rm ^oC}$  durante 10-15 días en relación al aire, mientras a 15-18 por  $100~{\rm CO_2}$  se reduce la acumulación de nitritos durante 10 días de conservación. El consumo de este producto, en estas condiciones, daría lugar a la formación de «nitrosaminas» en el estómago por intervención de aminas secundarias (pescado y carne), y cuya actividad carcinógena está comprobada.

# Modificaciones debidas a los residuos de fungicidas

Los fungicidas más aplicados en la poscosecha (los benzimidazoles y el imazalil), por ser autorizados y poseer gran eficacia en el control de las podredumbres durante la conservación frigorífica, repercuten en el metabolismo del fruto y en su calidad, y si tomamos como ejemplo a la manzana, se puede concluir a consecuencia de los trabajos realizados ya en 1973 por nosotros, con ozono, antioxidantes y diversos fungicidas, que fueron publicados parcialmente con posterioridad en la revista *Alimentaria*, 157: 33-38 (1984), así como en las revistas *Food Chemistry*, 25: 135-144 (1987), *Bull. de Liaison*, JIEP 86,13: 434-437 (1986), *J. Agric. Food Chem* 37 2: 330-333 (1989), los resultantes de una Tesis Doctoral dirigida en 1985 en el Instituto del Frío, aporta las siguientes conclusiones:

- Modifican las rutas metabólicas implicadas en el balance de carbohidratos, activándose la transformación del sorbitol a fructosa, con el aumento de éstas de forma anormal durante la conservación.
- Aumentan las pérdidas de peso de los frutos tratados.
- Disminuye la firmeza de la pulpa de los frutos.
- Los bencimidazoles aumentan y aceleran la pérdida de ácidos titulables, pero el amazalil retiene mejor el nivel inicial.

Cualquiera que sea el programa de conservación de frutas y hortalizas en estado fresco, ha de procurar mantener y conservar no sólo la calidad nutricional sino la comercial, en su más amplio sentido.

Al referirnos a frutas y hortalizas frescas, la palabra calidad puede tener diferentes aceptaciones: calidad de mercado, calidad comestible, calidad de consumo, calidad de transporte, calidad nutricional, calidad de mesa, calidad interna, calidad de apariencia... Por ello, la definición objetiva del término calidad es prácticamente imposible y está en función del producto específico y su destino concreto.

No obstante, la adopción de los criterios visuales para la asignación de la calidad a escala comercial, no existe, en la mayoría de los casos, correlación con el contenido en sustancias nutritivas y exigidas por el consumidor, como son entre otras la vitamina C, las vitaminas del grupo B, provitamina A, ácidos orgánicos, equilibrio entre ácidos y azúcares, aceites esenciales y minerales como potasio, magnesio e hierro fundamentalmente. Así, por ejemplo, el potasio, presente en la patata, es necesario en una alimentación rica en productos salados, como garantía contra las enfermedades del sistema circulatorio e insuficiencias cardíacas. Pueden destacarse como ejemplo en patata la vitamina C y almidón; en fresa, vitamina C, azúcar y ácidos; en tomate, azúcar, ácidos y vitamina C; en zanahoria, vitamina A, azúcar, aceites esenciales (terpenos); en pimiento dulce, vitamina C y azúcares totales; en cereza dulce, vitamina C; en albaricoque, carótenos, azúcares totales, ácidos totales; en melocotón, vitamina C, azúcar total y ácido total; en pera, azúcares y ácidos; en manzana, vitamina C, etcétera.

# Factores de conservabilidad de las frutas y hortalizas

Tratándose de productos vegetales, la calidad conseguida al cabo de un período más o menos amplio de conservación, está influenciada por una serie de factores climáticos, culturales, nutricionales y fisiológicos que intervienen ya antes de la recolección, en ella y después de ella, haciendo resaltar la importancia que el momento de recolección tiene sobre la aptitud a la conservación y a la resistencia a las alteraciones fisiológicas.

#### Factores anteriores a la recolección

En este grupo de factores unos son controlables por su libertad de elección y otros no controlables o parcialmente controlables.

- Controlables:
  - Variedad.
  - Patrón-portainjertos.
  - Edad del árbol.
  - Poda.
  - Aclareo.
  - Fecundación.
  - Tamaño del fruto.
  - Situación del fruto en el árbol.
  - Técnica de cultivo.



- Riego.
- Abonado.
- Tratamientos.
- No controlables (o parcialmente controlables):
  - Clima (temperatura, iluminación, pluviometría).
  - Suelo (naturaleza, textura, capacidad de retención de agua, profundidad de la capa freática, drenaje, contenido en humus).

De todos ellos, a título de resumen, y tomando la manzana como ejemplo, caben destacarse las siguientes conclusiones, como de mayor repercusión en la calidad de los frutos al final de la conservación:

- Los «riegos» en las últimas semanas que preceden a la recolección pueden favorecer la presencia de «descomposición interna» y «pardeamiento interno», y provocar fisuras epidérmicas al nivel de las lenticelas que serán vías de penetración de gérmenes de infección (podredumbre lenticelar).
- Los abonados nitrogenados en exceso, reducen el período de conservación de los frutos al aumentar su intensidad repiratoria y favorecen el bitter pit y la «escaldadura», así como la podredumbre lenticelar de gloeosporium sp.
- Los frutos con bajo contenido en «calcio» son más propensos al bitter pit,
   «vitrescencia», alteraciones de senescencia y podredumbres fúngicas.
- Las variedades precoces se comportan peor al tratamiento frigorífico que las tardías, conservándose mejor las de cutícula más espesa.
- Los patrones enanizantes, desarrollan frutos de color más intenso y tamaño y peso mayores que los patrones vigorosos, siendo menos recomendables para los frutos destinados a la plena conservación frigorífica.
- Los frutos de árboles jóvenes son de peor conservación que los de árboles más viejos, por susceptibilidad a bitter pit y «escaldadura».
- Los frutos partenocárpicos (sin semilla) están más expuestos al «corazón rosado» que los obtenidos con polinización cruzada.
- Los frutos producidos bajo condiciones de verano cálido y seco son más propensos al bitter pit, a la «vitrescencia» y a la «mancha Jonathan», y se exponen a la podredumbre lenticelar de gloeosporium si sobreviniera un período de lluvias.
- Los frutos producidos en condiciones de verano frío y lluvioso, son más propensos al «corazón rosado» y al russeting, así como al «pardeamiento interno» de la passa crassanna.

#### Factores de recolección

Gran parte de las pérdidas por alteraciones fúngicas (podredumbres) y principalmente fisiológicas, así como las de la calidad gustativa, durante la comercialización en fresco de las producciones del sector hortofrutícula, se fraguan ya en la recolección, última fase agrotécnica del ciclo productivo y primera del ciclo comercial, por la elección de una fecha inadecuada, tanto por defecto como por exceso, para llevarlas a cabo.

La técnica de recolección puede ser causa de enormes pérdidas de frutos durante la comercialización posterior, aún para frutos recolectados en fecha óptima, si no se realiza con esmero para evitar magullamientos, cortes o hendiduras de la piel, roces por los pedúnculos y desgarro y rotura de éstos; estas lesiones, a las que no suele conferírsele importancia en el momento de producirse, pueden causar la descomposición prematura de los frutos o una podredumbre por infección fúngica, especialmente de penicillium y de gloeosporium.

## Factores posteriores a la recolección

Los factores posrecolección, que influyen considerablemente en el mantenimiento de la calidad y mejora, en muchos casos, de la calidad inicial, son en último témino los responsables del éxito o fracaso de la comercialización en fresco de los frutos con un potencial de conservación constituido en la fase productiva y dado por los factores previamente considerados. Entre ellos se cuentan esencialmente los tratamientos fungicidas posrecolección, los tratamientos fisiosanitarios, la manipulación y acondicionamiento en la central y el tratamiento frigorífico. Consideramos algunos aspectos de interés, a respetar en cuanto a estos últimos.

# Manipulación y acondicionamiento

El transporte de los frutos a la Central ofrece enormes oportunidades para provocar daños mecánicos a los frutos, por lo que toda precaución es poca en esta fase del proceso comercial, debiendo permanecer las cajas de campo el menor tiempo posible en el suelo, por la exposición a contaminación especialmente de parásitos lenticelares.

Sin embargo, en ciertas circunstancias, cuando la temperatura ambiente sea suficientemente baja durante la recolección, como ocurre en regiones más septentrionales de Europa, puede recomendarse retrasar el trasiego de los frutos desde la plantación a la Central, entre 24 y 48 horas, con el fin de

— 65<sup>.</sup> —

que la turgescencia de los tejidos superficiales se atenúe lo suficiente como para que puedan evitarse daños de magullamiento durante el transporte al aumentar la resistencia del fruto con la disminución de la turgescencia.

Deberá cuidarse el perfecto estado de suspensión del remolque o vehículo de transporte, para evitar vibraciones de los frutos y traqueteo de cajas, por su influencia en magullamientos y heridas provocadas por los pedúnculos entre los frutos y con las separaciones de las tablas, de ahí la exigencia de proteger al menos el fondo con cartón o utilizar envases plásticos.

El trasiego de los frutos del envase de recolección al envase de conservación debe evitarse.

Otro aspecto, en este sentido es el relativo a la conveniencia de la prerrefrigeración de los frutos cuando van a sufrir un transporte largo, pues así la cutícula de la epidermis se hace más firme, y se limitan los efectos de los rozamientos con la madera de los envases y al mismo tiempo se reducen las pérdidas de peso por transpiración.

Conviene tener presente que las principales fuentes de inóculos que contaminan los frutos en posrecolección son precisamente las que surgen de la necesidad de su manipulación y acondicionamiento. Estas son:

- Las cajas de recolección (y de transporte) y las cajas de conservación.
- El agua utilizada para limpiar, prerrefrigerar, transportar en las líneas clasificadoras o aplicar tratamientos químicos, después de la recolección.
- La atmósfera de la sala de acondicionamiento.
- Los equipos de transporte interior, rodillos o cintas transportadoras, en contacto con los frutos.

#### Desinfección

Para la desinfección de los envases y pallets se ha utilizado con éxito el formaldehído y el formol al 1 por 100 y el tricloruro de nitrógeno, cuando se trata de cajas de material plástico por cuanto para las de madera estos productos son corrosivos en las partes metálicas, clavos, flejes, etc.

También se ha aplicado la inmersión de las cajas en solución caliente de sosa al 4 por 100, o lejía, hipoclorito sódico al 8-10 por 100 diluida con adición de un mojante, procediéndose seguidamente a un lavado con agua.

El agua de la balsa de tratamientos y la utilizada en casos de inmersión para manipulación hidráulica o de prerrefrigeración en el caso de practicar el hydrocooling, debe mantenerse en condiciones higiénicas, libre de residuos aportados por los frutos. Recientemente, los tratamientos contra la «escalca-

dura» con etoxiquina o difenilamina en balsa para manzana y pera, si no se aplica un fungicida, pueden ser asimismo un factor más en la presencia de podredumbres durante la conservación debido precisamente a la falta de higiene del agua de inmersión.

Es recomendable tratar dicha agua con ácido hipocloroso, añadido como una sal del cloro o del hipoclorito (50 ppm de cloro activo), utilizándose alternativamente el ortefenilfenato sódico, con las ventajas de no ser corrosivo, mantener la estabilidad de la solución y ser competitivo con los productos que reaccionan con el cloro.

En cuanto a las salas de acondicionamiento, su atmósfera suele estar cargada de esporas, pudiendo contaminar los frutos por inóculo aéreo subsiguiente al tratamiento fungicida. En casos de necesidad, se podría recomendar la nebulización de formaldehído en solución de 1-3 por 100, durante las noches.

Los equipos de tratamiento y de transporte interior pueden desinfectarse regularmente con compuestos de amonio cuaternario, hipoclorito, ortofenilfenato sódico o formaldehído.

Al margen de estas fuentes de inoculo, consideradas en la fase que precede al tratamiento frigorífico, deben considerarse la importancia de la desifección de las cámaras frigoríficas, después de cada campaña una vez vacías, para destruir las esporas presentes en paredes y suelos, conductos de ventilación y evaporador.

Para llevar a cabo la desifección de cámaras frigoríficas pueden utilizarse los siguientes sistemas y productos:

- Hipoclorito cálcico, a razón de 14 g/m².
- Mezcla en 100 l de agua de: 2 kg de laurilsulfato sódico, 700 g de hipoclorito cálcico y 2,8 kg de carbonato sódico.
- Blanqueo de paredes con cal adicionada de 2 por 100 de hipoclorito cálcico.
- Formol a razón de 2 litros de solución comercial del 40 por 100, por cada 100 m³ de cámara cerrando herméticamente durante 24 horas y aireando durante 60-72 horas. Para eliminar los vapores de formol, que son irrespirables, también puede evaporarse en el interior de la cámara una solución de amoníaco durante tres días, y en 2 ó 3 horas de ventilación se eliminan las trazas de amoníaco.
- Ozono, a razón de 1,5 m³ y hora, durante 60 horas, con ozonizadores industriales y ventilación posterior para evacuar el ozono.

Otra serie de factores de este grupo, son todas las etapas del sistema poscosecha que afectan a la calidad de los frutos y muy especialmente las incluidas como operaciones en la Central de Acondicionamiento, al margen de las operaciones del propio tratamiento frigorífico que consideremos seguidamente.

#### Técnicas de enfriamiento

El preenfriamiento es la operación consistente en hacer descender, lo más rápidamente posible, la temperatura que tienen las frutas y hortalizas después de su recolección, hasta una temperatura conveniente, que dependerá de las características del propio producto, de la duración del almacenamiento y transporte, así como de las características de los vehículos utilizados para el mismo y destino final de los productos.

En el caso de frutos muy perecederos, el tiempo transcurrido entre la recolección y el preenfriamiento debe ser del orden de horas o incluso menor en hortalizas; ese es el caso de entre otras albaricoque, cereza, ciruela, frambuesa, fresa, melocotón, pera, descendiendo la temperatura hasta 3 a 5 °C.

En el caso de productos menos perecederos, ese tiempo puede ser de mayor duración. En aquéllas hortalizas y frutas no tan perecederas como las citadas se puede prerrefrigerar hasta valores de 5 a 8 °C, es el caso de col, coliflor, espárrago, espinaca, guisante, judía verde, lechuga, manzana, tomate maduro, uva y zanahoria.

Cuando se trata de productos aún menos perecederos (agrios, alcachofa, pepino, tomate verde, escarola, etc.) se recomienda enfriar hasta 8 ó 10 °C.

Para todos los productos, es beneficioso un preenfriamiento rápido después de su recolección, bajo el punto de vista biológico, ya que este tratamiento frena la intensidad respiratoria de los frutos, disminuye su deshidratación y además son menores los gastos de conservación y transporte frigorífico posterior. Debe tenerse presente que una vez preenfriado un producto, el calor a eliminar en las fases subsiguientes de almacenamiento y transporte se reduce considerablemente, lo que permite un ahorro de potencia frigorífica.

La prerrefrigeración puede llevarse a cabo antes o después del acondicionamiento del producto en el envase, utilizando como agentes de enfriamiento el aire o el agua o una combinación de ambas, según diferentes técnicas, cuadro 1.

Si bien son numerosos los sistemas utilizables, tanto en centrales hortofrutícolas como en los medios de transporte, los más utilizados se reducen a

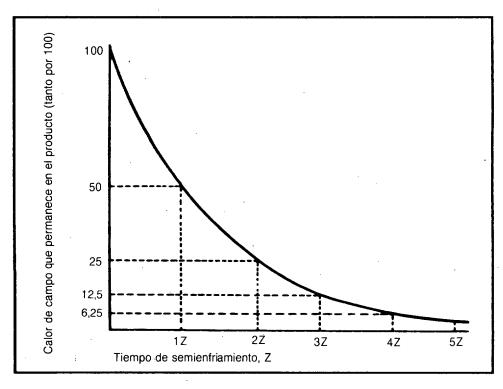
Cuadro 1.—Clasificación de las técnicas de enfriamiento de productos vegetales.

Agente de entriamiento	Técnica o sistema de enfriamiento	Denominación instalación o equipo de prerrefrigeración
	Air cooling	
Aire frío	En cámara   (room cooligng). En túnel   (tunnel cooling). Por chorros de aire frío   (blast cooling, air-jet   cooling). Por presión de aire o por   aire forzado (pressure   cooling o forced air cooling):   — En presión.   — En depresión.	Cámara convencional (cold room). Cámara de prerrefrigeración (cool room). Túnel de prerrefrigeración: — Continuo. — Discontinuo. Túnel de chorro de aire vertical air-blast tunnel). Túnel de aire forzado (forced-air precooler).
	Hidrocooling	,
Agua fría	Inundación <i>(flooding)</i> Inmersión <i>(inmersion)</i> Aspersión <i>(spraying)</i>	Hydrocooler Flood-cooler Bulk-cooler
	Vacuum cooling	
Agua vaporizada por vacío	Enfriamiento por vaporización del agua de constitución por el vacío.	Vacuum coller:  — Bombeo mecánico.  — Bombeo térmico.
litala bifabia	Ice cooling	Boy ioor
Hielo hídrico	Top icing. Body icing.  Hidraircooling	Box-icer. Pallet-icer.
Aire + agua	Mezcla de agua pulverizada, enfriada, y aire frío.	Torre de enfriamiento Batería fría con pulverización de agua.

tres tipos fundamentalmente en función del sistema de eliminación del calor del producto.

Como se ha dicho, se utilizan el aire o el agua, como fluidos intermedios entre la fuente del frío (evaporador, serpentines, hielo) y el producto a enfriar, o bien el vacío, como medio para evaporar el agua a baja temperatura y por tanto extraer el calor del producto.

En general la curva de enfriamiento es de tipo exponencial y tiende siempre a ser asintónica cuanto más se aproxima la temperatura del producto a la del medio de enfriamiento, por lo que los tiempos reales de enfriamiento no son de utilidad práctica por resultar extremadamente largos. Por esta razón se introduce el concepto de tiempo de semienfriamiento (Z) para que en el interior del producto se logre un temperatura intermedia entre la inicial del producto y la del agente refrigerante (gráfica 3).



**Gráfica 3.—**Múltiplos de semienfriamiento requeridos para disipar varias fracciones de calor de campo inicial desde el producto.

#### Enfriamiento por aire

#### EN CÁMARA -

Está más extendido el empleo de la cámara que el del túnel, debiendo dotarse de sistema de regulación de la capacidad frigorífica y del volumen de aire insuflado por los ventiladores para conseguir el rápido descenso de la temperatura del producto; este enfriamiento es menos rápido que el que se consigue con otros sistemas.

Este sistema permite alturas de estiba superiores y está poco indicado para las hortalizas foliáceas, a causa de la gran masa de aire en movimiento y de su velocidad, que tiende a deshidratarlas considerablemente.

Estas cámaras suelen exigir una potencia frigorífica instalada de 150-250 fg/h/m³ en prerrefrigeración frente a las 20-25 fg/h/m³ requeridas en conservación.

La velocidad de enfriamiento se mejora con el sistema de «circulación forzada» de aire con la estiba compacta.

Puede llegarse a 4-5 °C en 12 horas, con una pérdida de peso mayor de 1 por 100 en el proceso.

#### EN TÚNEL

La prerrefrigeración en túnel se aplica a los productos ya confeccionados. Los túneles son cámaras alargadas en que el aire circula sobre los productos y después, se efectúa su retorno por un conducto.

La velocidad del aire es próxima a 5 m/s en la sección libre y el coeficiente de recirculación superior a 150.

En el cuadro 2, p. 72, se dan algunos tiempos de enfriamiento y pérdidas de peso en túnel.

En los cuadros 3 y 4, pp. 73-74, se incluyen condiciones de aplicación y resultado para diferentes productos hortofrutícolas, respecto a las técnicas de *hydrocooling* y *vacuum cooling*, respectivamente.

# Enfriamiento por agua (hydrocooling)

En general, el sistema consiste en un gran tanque de agua fría, en una bomba para la circulación del agua y para la alimentación de un sistema de aspersión, y en una cinta transportadora sobre la cual circulan los productos que se someten a una aspersión de agua enfriada a 0 °C. El producto puede,

así mismo, sumergirse en el baño que contiene agua fría. El agua se enfría en un tanque con hielo troceado o, lo que es más frecuente, mediante un serpentín enfriador de agua o de acumulación de hielo sumergido en el tanque.

El agua se filtra, se recircula al tanque de enfriamiento y normalmente se le adiciona un fungicida o un bactericida, autorizado por la legislación del país de destino.

El hydrocooling parece ser la técnica revolucionaria en enfriamiento en la comercialización de frutos de verano: albaricoque, melocotón, pera williams y ciruela, y se aplica principalmente a lechuga, apio, espárragos, panochas de maíz, coles de Bruselas, alcachofa, coliflor y melón.

El contacto del producto y el agua enfriada se puede realizar por inmersión, por inundación o por aspersión a través de duchas o pulverizaciones a través de boquillas. El producto circula sobre una cinta transportadora a granel o en envases desprovistos de tapa. El agua enfriada en el tanque de acumulación de hielo, mediante la correspondiente bomba se hace

Cuadro 2.—Tiempos de enfriamiento y pérdidas de peso en túnel (aire forzado).

Producto	Tempe- ratura de aire (°C)	Calibre producto Mínimo		Tempe- ratura inicial producto (°C)	Tempe- ratura final producto (°C)	Tiempo (h)	Pérdida de peso (tanto por 100)
Albaricoque	-0,5	41	46	22	+0,5	3,5	0,93
Zanahoria	0	25	28	·21	+0,5	2,5	2,6
Judía verde	0	9	10	25	+8	0,75	1,33
Berenjena	, 0	28	44	22	+3	2,75	0,20
Melón	<del></del> 0,5	110	120	25	+1,5	7,50	0,45
Pepino	-0,5	70	75	22	+8	1,25	0,10
Tomate	0,5	60	65	24	+1	6,60	0,14
Apio	0	40	50	22-	+1	6,00	1,98
Calabacín Pera	0,5	26	36	23	0	4,60	0,86
(morettini) <b>Melocotón</b>	<b>—</b> 0,5	60 <sup>-</sup>	65	24	+1 .	8,50	0,14
(redhaven) Ciruela	0,5	60	65	21	+1	6,00	0,54
(Santa Rosa) Uva	-0,5	46	48	23	+0,5	5,50	0,75
• (cardinal)	-0,5	25	30	22	0 .	5,80	1,11

Cuadro 3.—Datos técnicos de la aplicación del hidrocooling a los hortofrutícolas.

Producto	Tiempo de enfriamiento (mínimo)	Temperatura de final de enfriamiento (°C)	Tiempo Z (mínimo)	Variación en peso (tanto por 100)
Hortícolas:				
Espárrago	77	4		
Zanahoria	<del>-</del>		1-6	
Alcachofa	15	6	_	
Col	16	. 2		
Col de Bruselas	15	3	4-6	+ 5
Brócoli	_	· <del>_</del>	4-6	
Fresa	8-15	4		-0,58
Lechuga	28	3	9	
Maíz dulce	120	4-5,5	20-35	
Guisante en vaina	20-30	_	2-4	. <del>-</del>
Tomate	_	. —	10-11	
Rábano			2-3	
Apio .	18-35	6-8	11-13	+4 6
Frutąles:				
Cereza	5	1 .	1	_
Melocotón	30-38	3-4	10-15	0,5
Pera	30	4	12	<del></del> '

recircular por el baño o alimenta las duchas o boquillas a la presión conveniente.

El agua, como medio de transmisión de calor, posee unas características termofísicas mejores que el aire, en cuanto a coeficiente de conductibilidad térmica, calor específico y viscosidad que influyen de forma determinante en el valor del coeficiente global de transmisión de calor, por lo que el tiempo de enfriamiento es muy corto y además las pérdidas de peso son nulas.

El tiempo de semienfriamiento se reduce en 1/24 respecto a la cámara de refrigeración y en 1/4 respecto al túnel de enfriamiento de aire forzado. El caudal de agua (I/mínimo) influye enormemente en el tiempo de semienfriamiento.

Otra ventaja atribuida al sistema es la de poder integrar el hydrocooling en una línea continua de manipulación, desde la nave de recepción a la sala de acondicionamiento, con alimentación continua de productos ya enfriado y

Cuadro 4.—Datos técnicos de la aplicación del vacuum cooling a los hortícolas.

Producto	Tiempo de enfriamiento (mínimo)	Temperatura de final de enfriamiento (°C)	Presión (Torrente)	Pérdida de peso (tanto por 100)
Hortícolas:				•
Espárrago	10-30	2-7	3,3-4-4,5	2,1
Brócoli	20	. 7	4.4-4.9	
Coliflor	20-30-50	6-9	3-5,2	2,3
Col de Bruselas	20	3 (	3,6-4,9	3
Repollo	19	0,7	_	_
Cebolla fresca	19	0,9	_	3,5
Champiñón	15-20	4	4,6-4,9	_
Grano turco	49-55	2-7-10	3,3	3,5
Lechuga	10-27	1-3-4,5	4-5	3-3,6
Puerro	17-20	1,5-2 <b>-</b> 5	4,6-4,9	
Apio	20-30	5,5-7	4-4,9	2-2,7
Espinaca	5-12-20	1-2-4	4,6-4,9-5	0-2,3

lavado, permitiendo iniciar la comercialización a las dos horas de recolectado, en los casos en que no se persigue una conservación posterior.

Como inconveniente se presenta el de excesiva absorción de agua favoreciendo las podredumbres durante la conservación, si no se procede de forma inmediata a estibarla en las cámaras. Además se ha apreciado lixiviación excesiva con pérdida de constituyentes solubles en agua, como azúcares o de sabor característico en alcachofa o espárragos, tras la cocción. El envase, si no se enfría a granel debe ser resistente al agua.

En el cuadro 2, p. 72, se dan diferentes ejemplos de aplicación de hydrocooling.

En la técnica del *hydrocooling*, se combina la acción del agua y del aire, de forma que el aire frío transporta en suspensión gotitas de agua enfriada.

# Enfriamiento bajo vacío (vacuum cooling)

La técnica consiste en colocar el producto en un recinto estanco y someterlo a una presión reducida, suficientemente baja, mediante una bomba de vacío, para que el agua hierva y se evapore a baja temperatura. A una presión de 46 mm Hg el agua hierve a 0 °C. El calor que se necesita

para que el agua del producto a enfriar se evapore se extrae del propio producto, por lo que éste se enfría; el calor necesario para evaporar un 1 por 100 de agua permite que la temperatura del producto descienda 5 °C aproximadamente; de esta forma, con una pérdida de peso del 4 por 100 puede reducirse la temperatura en 20 °C.

Este sistema es costoso y su amortización en un plazo razonable exige tratar grandes cantidades de productos anualmente, de 10 a 30 t/h durante 500 a 1.500 h/año, lo que, unido a que su aplicación está limitada a pocos productos, especialmente hortalizas foliáceas con elevado contenido en agua y gran superficie por unidad de masa tales como la lechuga, apio, espinaca, etc., hace que esté poco extendido, aunque viene a ser rentable allí donde se trabaja específicamente como dichas hortalizas durante todo el año.

## Técnicas de conservación por el frío y coadyuvantes

Conservación frigorífica convencional

#### PARÁMETROS DE LA CONSERVACIÓN

Es la técnica de conservación en la que se regula y controlan los parámetros que definen el estado de la atmósfera de la cámara frigorífica en cuanto a temperatura y humedad relativa así como circulación y renovación del aire. Todos estos parámetros tienen influencia notable en el período final de conservación.

La «temperatura» es el parámetro que más influye en las modificaciones del proceso de maduración y evolución de la calidad de los frutos y hortalizas.

Para definir la temperatura de conservación de un producto es preciso conocer su punto crioscópico y establecer un margen por encima de éste que se constituye en temperatura crítica de forma que cualquier descenso de este nivel térmico, así como el mantenimiento prolongado a la temperatura crítica pueden dar origen al establecimiento al chilling injury, cuyas consecuencias han sido analizadas suficientemente en el tema anterior.

Las modificaciones accidentales de la temperatura en el transcurso de la conservación son causas normalmente de condensaciones superficiales que conducen al desarrollo de podredumbres; asimismo estas modificaciones son de mayor efecto cuando se presenta en márgenes de temperaturas más bajas que a temperaturas más altas. Para controlar las variaciones de

temperatura, la cámara frigorífica debe estar perfectamente aislada y a su vez disponer de una potencia frigorífica suficientemente calculada, manteniendo un salto térmico entre el fluido refrigerante en el evaporador y el aire de la cámara lo más pequeño posible.

Debe controlarse lo más rigurosamente posible para las condiciones de régimen mantengan estabilidad durante el proceso de conservación, recomendándose una tolerancia de fluctuación de  $\pm$  0,5 °C.

Las fluctuaciones permisibles para la «humedad relativa» se establece en  $\pm$  2 por 100 para valores del 85 al 95 por 100 para la mayoría de los productos; en el caso de los frutos con bajo contenido de agua como los bulbos, frutos secos, jengibre, etc., estos valores son bastante inferiores, para impedir el desarrollo fúngico. En el caso general, la humedad relativa baja provocaría la deshidratación y marchitamiento y si es demasiado alta se favorece el desarrollo de podredumbres fúngicas. Las pérdidas de peso están directamente relacionadas con el nivel higrométrico del aire.

Por la «circulación del aire» se mantiene la homogeneidad de la temperatura y de la composición gaseosa de la afmósfera en todos los puntos de la cámara. El coeficiente de recirculación del aire es generalmente del orden de 25 a 30 m³/h por m³ de cámara considerada vacía y puede llegar a valores de 60 en el caso de ciertos frutos tropicales.

Mediante la renovación del aire se pretende eliminar la acumulación de CO<sub>2</sub> en concentraciones próximas al 1-2 por 100 por los daños que puede ocasionar en la evolución normal del metabolismo de los frutos con la presente de fisiopatías. En el caso de los frutos cítricos, muy sensibles al CO<sub>2</sub>, la renovación del aire es imprescindible aconsejándose una tasa de renovación de 4 a 6 como mínimo por 24 horas, o bien mediante una evacuación del CO<sub>2</sub> y productos volátiles mediante la introducción de aire limpio en régimen continuo, en cuyo caso la tasa de renovación está comprendida entre 0,5 y 1 por hora. El concepto de la tasa de renovación implica el número de veces por hora que se introduce en la cámara un volumen de aire limpio igual al volumen de la cámara frigorífica vacía.

## Condiciones recomendadas de conservación

Para resumir, y teniendo presente el carácter de orientativas, las condiciones recomendadas no deben tomarse con carácter general pues, en la práctica cada especie y dentro de ella cada variedad y a su vez el clima, suelo, cultivo, tratamiento fitosanitario, grado de madurez, calidad inicial y

*--* 76 *--*

manipulación previa a la conservación, exige una particularización que vendrá definida tras la experimentación local.

En lo que sigue se establecen estas recomendaciones para frutas y hortalizas en los cuadros 5 y 6, pp. 78-87, obtenidas a través de información del Instituto Internacional del Frío de París. Asimismo, teniendo en cuenta el carácter de la sensibilidad al daño por frío y a la presencia de etileno de cada uno de los productos, cuando sea imprescindible tratar juntas diferentes especies en una misma cámara o en un transporte frigorífico, deben consultarse o analizarse la conveniencia de separación por incompatibilidad en la cohabitación, dada la gravedad de los efectos que un determinado producto puede provocar sobre otro que tenga próximo y que sea sensible a los efectos del etileno principalmente en cuanto a la aceleración del proceso de maduración y a la afectación por diferentes fisiopatías, tanto ligadas a los efectos del frío como a los efectos de la atmósfera.

# Cohabitación de productos

Cuando se trata de elegir una temperatura común para el almacenamiento de productos diferentes en una misma cámara se recomienda, como temperatura común para productos comprendidos en una misma banda de temperatura, la más próxima a la óptima para la conservación de la mayoría de los productos almacenados conjuntamente, dado que las exigencias técnicas de unos y otros son poco diferentes.

Dado que el tiempo de conservación de los productos que pueden almacenarse a una misma temperatura es variable, se recomienda una estricta vigilancia de los mismos con el fin de verificar en qué medida se mantiene la calidad y para determinar para cada uno de ellos en qué momento se debe dar que terminada la conservación.

Queda, por último, considerar un problema: el de la «transferencia de aromas» entre los productos que pueden conservarse a una misma temperatura en una misma cámara frigorífica.

Así, por ejemplo, conviene evitar el almacenamiento de manzanas o peras con apios, coles, zanahorias, patatas o cebollas, o también almacenar apio con cebollas o zanahorias, o agrios con la mayor parte del resto de los productos. Los aromas de manzanas o agrios son fácilmente absorbidos por la carne, los huevos y los productos lácteos. Las manzanas y peras adquieren un color y gusto desagradables cuando se les almacena junto

Cuadro 5.—Frutas.

Especie	Temperatura (0 °C)	Humedad relativa (tanto por 100)	Duración práctica conservación	Calor respiración . Kcal/t 24h	Punto congelación más elevado	Sensibilidad frío
Aceituna	7 a 10	85 a 90	4 a 6 s	1.200-2.150 a 15 °C	4,1—	(q)
Aguacate	5 a 13	85 a 90	2a4s	2.030-2.700 a 20 C 1.100-1.650 a 5 °C 4.050-19.000 a 20 °C	6'0-	
Albaricoque	—1a0	06	2 a 4 s	7.030-13.000 a 20 C 320-350 a 0 °C 2 600-4 100 a 20 °C	1,1	(q)
ılmendra	0	60 a 70	15 a 20 m	000		
(con cáscara)	10	60 a 70	1 12			
(sin cáscara)	: 0	60 a 80	6 a 12 m			
	10	60 a 80	е Ш			
ą.	21	60 a 80	E 9			
Anacardo	0 a 1,5	85 a 90	5 s	-		(a)
Arándano	1a0	89 a 90	2a3s			(a)
Arándano						
(agrioamericano) Arándano	2,5 a 4,5	90 a 95	2 a 4 m			,
(agrioeuropeo)	0 a 1	06	1 a 1,5 m			
vellana	0	60 a 65	15 a 30 m			
(con cáscara)	10	60 a 65	15 a 39 m	1		•
	21	60 a 65	12 m			
Avellana	0	60 a 65	6 a 10 m			
(sin cáscara)	10	60 a 65	е ш			
	21	$\alpha$	2 a 3 m			
Cacahuete	0	60 a 70	. 24 m			
(con cáscara)	10	60 a 70	ш 6			
Sacahuete	0	60 a 70	12 m			
(sin cáscara)	10	60 a 70	ш 9			

Cuadro 5.—(Continuación)

Especie	Temperatura (0°C)	Humedad relativa (tanto por 100)	Duración práctica conservación	Calor respiración Kcal/t 24h	Punto congelación más elevado	Sensibilidad frío
Caqui	0a-1	06	7 a 12 s	320 a 5 °C	-2,2	(a)
Castana (con cáscara) Cereza	0 -1 a 0	90 a 95	4a6m 1a3s	320-440 a 0 °C	7,1—	(q)
Ciruela	0,5 a 1	85 a 90	2 a 8 s	3.200-4.500 a 20 °C 280-440 a 0 °C 1.200-2.600 a 10 °C	8'0-	(q)
Coco Chirimoya Dátil (fresco)	0 8 0 8	85 a 90 90 85	מממ	Z.500-4.300 a zu °C		(c) (a)
Datil (tratado) Frambuesa	-2a0 0	70 90 a 95	4 аабд абд	.970-1.900 a 0 °C 7.000-15.000 a 20 °C	9'0 — — 0'9	(a) (a)
Frambuesa (americana) Fresa	00	90 85 a 95	4 d 5 d 5 d	700-960 a 0 °C	80	(a)
Granada Granadila	4a5 0a2 7a10	85 a 90 85 a 90 85 a 90	1 a 2 d 11 a 15 s 4 a 5 s	3.600-6.200 a 20 °C	<del>}</del>	(c) (d)
Griñón (nectarina) Grosella	—1 a 0 —0,5	85 a 90 90 a 95	2a 7 s 2a 3 s	280-410 a 0 °C	0 1 1	(b) (a)
Grosella (negra) Grosella roja	0	85 a 90	2 a 3 s	4.600-11.500 a 20 °C		

Cuadro 5.—(Continuación).

Especie	Temperatura (0 °C)	Humedad relativa (tanto por 100)	Duración práctica conservación	Calor respiración Kcal/t 24h	Punto congelación más elevado	Sensibilidad frío
Guayaba Higo (fresco)	8 a 10 —1 a 0	06	2 s 7 a 14d	1.750-1.950 a 10 °C 600-725 a 5 °C 3.100-9.200 a 20 °C	-2	(C) (a)
Kiwi Lichi Lima	-0,5 0 a 2 8,5 a 10	· 90 a 95 90 85 a 90	8 a 14s 3 a 5 s 3 a 6 s	320-600 a 15 °C 370-1.000 a 20 °C	1.5	(p) (c)
Limón (verde) Limón (coloreado)	10 a 14 0 a 4,5	80 a 90 85 a 90	2 a 4 m 3 a 6 m	120-200 a 0 °C 220-400 a 5 °C 640-1.200 a 20 °C	4,1	(0)
Mandarina Mango	4a7 7a10	85 a 90 85 a 90	3 a 6 s 4 a 7 s	500-800 a 7 °C 900-1.400 a 7 °C 1.500-3.200 a 10 °C 4.000-8.000 a 20 °C	-1 a -1,2 -1	. <i>(o)</i>
Mangostán Manzana	. 4a5,5 0a4	85 a 90 85 a 95	6a7s 2a7m	200-380 a 0 °C 290-430 a 2 °C 320-650 a 5 °C	- 1,1 a - 1,1 b - 1,1	(q) (q)
Melocotón	-1 a 1	85 a 90	1 a 4 s	260-390 a 20 C	6'0—	(q)
Melón	4,5 a 16	80 a 90	1 a 2 s	2.300-3.730 a 20 °C 450-550 a 5 °C 850-950 a 10 °C 1.100-1.450 a 15 °C 1.950-2.100 a 20 °C	-1,2	(0)

Cuadro 5.—(Continuación).

Especie	Temperatura (0 °C)	Humedad relativa (tanto por 100)	Duración práctica conservación	Calor respiración Kcal/t 24h	Punto congelación más elevado	Sensibilidad frío
Mombrillo	0.5 a 3	06	8 a 16s		-2	(q)
Mora	<b>d</b>	ਯ	Ø	1.000-1.100 a 0 °C	ω,	(a)
Naranja	0 a 10	85 a 90	1 a 4 m	100-220 a 0 °C 130-260 a 2 °C	– 0,8 a – 1,2	(a)
				220-390 a 5 °C		
Nectarina (v. griñón)				1.390-1.420 a 20 °C		
	0	65	10 a 20 m			
(con cáscara)	10	65	0 a 12 m			
	21	. 65	2 a 4 m			
Nuez	0	65	6 a 12 m	en envase	•	
(sin cáscara)	10	65	6 m	impermeable al vapor		•
Nijez del Brasil				de agua)		
(con cascara)	0	60 a 80	8 a 12 m			
Nuez negra	0	Ø	15 m			
(sin cáscara)	10	60 a 80	. 10 m	•		
	21	60 a 80	ω			
Nuez de Queensland	0	60 a 80	15 a 20 m	•		
·	10	Ø	3 a 6 m			
•	21	Ø	α			
Pacana (con cáscara)	_	Ø	12 a 18 m			
	10	75 a 80	6 m			
	21	75 a 80	N			•
Pacana (sin cáscara)	0	65 a 70	5 a 12 m			i.
	40	65 a 70	4a6m			
	21	๙	+ E		(	
Papaya (verde)	10	85 a 90	1a3s	625 a 10 °C	6,0—	(c)
1						

Cuadro 5.—(Continuación).

Especie	Temperatura (0 °C)	Humedad relativa (tanto por 100)	Duración práctica conservación	Calor respiración Kcal/t 24h	Punto congelación más elevado	Sensibilidad frío
Papaya coloreada Pera	7 a 8,5 -1 a 0	85 a 90 85 a 90	1a2s 2a7m	2.000-2.700 a 20 °C 160-300 a 0 °C	1.6	(4)
Piña (verde) Piña (amarilla)	8,5 a 13 7 a 10	85 a 90 85 a 90	4 a 6 s	2.400-5.500 a 20 °C	<del>-</del> -	(0)
Piña (madura)	7,5	006		820-930 a 5 °C		· (q)
Pistacho .	0 !	60 a 80	24 m	1.700-1.800 a 20 °C		
(sin cascara) (seco)	10 21	60 a 80 60 a 80	15 m 15 m			
اغلقات المعلقة	12 a 14	90 a 95	10 a 20d	820-2.020 a 10 °C	8,0—	(2)
(velue) Plátano (colorodo)	13 a 16	85 a 90	5 a 10d	1.800-3.200 a 20 °C 1.800-3.400 a 15 °C		(0)
(coloreado) Pomelo	10 a 12	06	10 a 16s	2.000-5.000 a 20 °C 380-520 a 10 °C		() ()
sandía	5a16	85 a 90	2 a 3 s	1.050-1.150 a 20 °C 170-250 a 5 °C	-0,4	(c)
Jva	-1 a 0	85 a 90	3 a 20s	950-1.400 a 20 °C 100-200 a 0 °C	— 1,6 (Amér.)	(a)
/accinio	0	90 a 95	2 s	1.000-1.600 a 20 °C  -	— 2,1 (Europa)	
apote (en viraje) apote	19 a 21 0 a 2	85 a 90 85 a 90	2,5s 2 s	820-1.370 a 20 °C		(3)
<ul> <li>= días; s = semanas; m = meses.</li> <li>25 Hobil; (b) = moderada; (c) = fuerte.</li> <li>25 Kcal = 18tu = 1.05 KJ.</li> <li>105 KJ.</li> <li>106 MJ. A. Le froid appliqué aux fruits et légumes. Applications du froid aux produits périssables en Afrique. Ed. Institut internacional du Froid. Paris, 1979.</li> </ul>	= meses. a; (c) = fuerte. J. oid appliqué aux s, 1979.	fruits et légumes	. Applications du	ı froid aux produits périss	ables en Afrique.	Ed. Institut

Cuadro 6.—Hortalizas.

Especie	Temperatura (0° C)	Humedad. relativa (tanto por 100)	Duración práctica conservación	Calor respiración Kcal/t 24h	Punto congelación más elevado	Sensibilidad frío
Ajo (seco)	0	65 a 70	6 a 7 m	225-800 a 0 °C 3.150 a 20 °C	6'0—	
Alcachofa	—0,5 a 0	98	3a4m	1.350 a 0 °C 7.500 a 20 °C	1,2	(a)
Apio	0	92	4 a 12 s	400 a 0 °C 3.500 a 20 °C	-0,5	(q)
Batata	13 a 16	85 a 90	4 a 7 m	1.100-1.300 a 15 °C	8'0—	(0)
Berenjena	7 a 12	90 a 95	1.a2s	2.300-2.400 a 10 °C	8'0—	
Berro	0 a 15	90 a 95	3 a 4 d	1.100-1.450 a 0 °C 9.000-11.000 a 15 °C	-0,4	(q)
Brecol	0	90 a 95	1 a 2 s	1.000-1.200 a 0 °C 15.300-18.000 a 20 °C	9'0—	
Calabaza	10 a 13	50 a 75	3		6,0—	(0)
(bonetera) (amarilla)	8 a 10 10 a 12	85 a 90 60 a 70	1 a 2 s 2 a 6 m		c,0 	(2) (2)
Cebolla (seca)	-2 a 10	65 a 70	6 a 8 m	240-400 a 0 °C 950-1.200 a 20 °C	8'0-	(q)
Cebolleta	<u> </u>	92	S S	7, 0, 005, 006		
(precoz) (tardía)	00	9 9 9 9	3 a 6 s 2 a 4	2.200-2.500 a 20 °C	6,0 - -	(q)
	•					

Cuadro 6.—(Continuación).

Especie	Temperatura (0 °C)	Humedad relativa (tanto por 100)	Duración práctica conservación	Calor respiración Kcal/t 24h	Punto congelación más elevado	Sensibilidad frío
Col de Bruselas	0	90 a 95	2a5s	1.000-1.600 a 0 °C 4.600-9.700 a 20 °C	8,0—	(a)
Col de China	-	90 a 95	4 a 10 s			
Col (rizada)	0	98	3a4s	520-680 a 0 °C	-0.5	(0)
Coliflor	0	92	2a4s	500-1.300 a 20 °C 500-1.300 a 0 °C	8,0—	
Colinabo	0	92 a 95	S	6.300-6.300 a 20 °C 470-550 a 0 °C	. <u>T</u>	
Champiñón	0	90 a 95	5a7d	2.100-2.350 a 20 °C 2.300-2.500 °C 12.400-13.100 a	6,0—	
Chirivia	0	90 a 95	10 a 20 s	20°C 650-850 a 0 °C 1 800 a 15 °C	6'0—	(a)
Endibia Fneldo	0	95 95	2 a 3 s		-0,1	(a)
Espárrago	0a2	85 a 95	2 a 3 s	1.500-3.300 a 0 °C	9'0-	(q)
Espinaca	0	90 a 95	1a2s	1.250-1.700 a 0 °C 13.000-15.800	0,3	(a)
Gombo	7,5 a 10	90 a 95	1 a 2 s	2.900-3.200 a 5 °C 7 600 8 400 5 16 °C	8,	(0)
Guisante (con vaina)	-1 a 0	95	1 a 3 s	1.800-2.450 a 13 °C 1.800-2.150 a 0 °C 11.800-13.300 a 20 °C	-0,5	(q)

V.J
$\sim$
$\mathcal{L}$
$\mathcal{L}$
Ÿ
Y
$\forall$
$\frac{2}{1}$
$\ddot{1}$
$\frac{2}{1}$
) !
)
3.—(
<b>6.</b> —(C
6.—(
6.—(
) — (9
) — (
0 6.—((
)—.9 o.
ro 6.—(C
lro 6.—(C
dro 6.—(C
dro 6.—(C
dro 6.—(C
idro 6.—(C
adro 6.—(C
adro 6.—((
.adro 6.—((
uadro 6.—(ℂ
<b>uadro 6.—</b> (C

Especie	Temperatura (0 °C)	Humedad relativa (tanto por 100)	Duración práctica conservación	Calor respiración Kcal/1 24h	Punto congelación más elevado	Sensibilidad frío
Нара	0	92 a 95	2 a 3 s	400-600 a 0 °C	8'0—	(q)
Hinojo	T	. 98	<u>ب</u> د	0.030-0,100, a 20 °C		
Jengibre (rizomas)	10 a 13	65	Ш 9			(q)
Judía de Lima	0 a 4,5	95	5a7d	600-1.400 a 0 °C	-0,5	(q)
(sin vaina)	0	95	10 a 14d	7.300-9.800 a 20 °C 970-1.900 a 0 °C 11.600-14.600 a 20 ©C		
Judía verde	7 a 8	92 a 95	1 a 2 s	2.300-2.500 a 5 °C 8.150-11.900 a 20 °C	2'0—	(0)
Lechuga	0a1	95	1 a 3 s	600-800 a 0 °C 5.200-700 a 20 °C	_0,5	(q) ·
Maíz dulce	0	95	<del>1</del> 8	1.650-2.800 a 0 °C 14 700-17 000 a 20 °C	9'0-	
Nabo	0	95	4 a 5 m	470 a 0 °C 1.300 a 20 °C	ī	(a)
Ñame	91	85 a 90	3 a 6 m			(0)
	16	60 a 70	Ø			(၁)
Patata (temprana)	4	. 06	2 a 3 s	650-700 a 4 °C 2.300-2.500 a 20 °C	9'0—	(0)
Patata (tardía)			· .	250-500 a 5 °C 350-500 a 10 °C		
Patata (para consumo) Patata (para industria)	4,5 a 10 7 a 10	90 a 95 90 a 95	5 a 9 m 2 a 5 m	000-000 000-000	-1,3	(c) (d)
Patata (siembra)	2a7	90 a 95	5 a 8 m		•	

Cuadro 6.—(Continuación).

Especie	Temperatura (0 ° C)	Humedad relativa (tanto por 100)	Duración práctica conservación	Calor respiración Kcal/1 24h	Punto congelación más elevado	Sensibilidad frío
Pepinillo	13	90 a 95	5 a 8 d	4.000-5.000 a 15 °C		· (0)
Pepinillo (de invernadero)	7 a 10	. 96	1a2s	1.050-1.250 a 10 °C 3.150-3.600 a 20 °C	-0,5	(a)
Perejil	0	95	4 a 8 s		1.1	. (q)
Pimiento dulce	7 a 10	90 a 95	1 a 3 s	300-1.100 a 5 °C 1.250-3.500 a 20 °C	6'0-	(0)
Pimiento seco	0 a 10	60 a 70	е Ш			•
Puerro	0	95	ь Е В	730-1.100 a 0 °C 6.500-11.200 a 20 °C	2'0-	(b) (a)
Rábano (sin hojas)	0 a 2	90 a 95	2a4s	180-550 a 0 °C 3.100-3.700 a 20 °C	-0'8	(0)
Rábano (con hojas)	0	90 a 95	1'a2s	800-950 a 0 °C 6.800-7.500 a 20 °C		(a)
Rábano (rusticano)	-1 a 0	90. a 95	10 a 12 m		8,1—	(a)
Remolacha (con hojas)	0	92 a 95	1 a 2 s	240-400 a 0 °C 3.050-4.400 a 20 °C	9'0—	(a)
Remolacha (sin hojas)	0	92 a 95	5 a 6 m		6'0—	•
Ruibardo	0	90 a 95	2a4s	700-800 a 0 °C 3.800-4.000 a 20 °C	6'0—	(a)
Rutabaga	0	96	4 a 6 m		<u></u>	(a)
Salsifi	0	95	2 a 4 m		ī	(a)
Setas (cultivadas)	0	90 a 95	5a7d	2.300-2.500 a 0 °C 12.400-13.100 a 20 °C	6'0-	(q)
Setas (silvestres)	0	. 85	3a7d			

Cuadro 6.—(Continuación).

Especie	Temperatura (0 ° C)	Humedad relativa (tanto por 100) ָ	Duración práctica conservación	Calor respiración Kcal/1 24h	Punto congelación más elevado	Sensibilidad frío
. encineT	α 1. 1.	08 20	5 a 6 m			
Tomate	13 a 21	85 a 90	1a2s	900-1.500 a 12 °C	9'0-	(0)
(verde)		4		1.500-2.250 a 20 °C		
Tomate (en viraje)	12 a 15	85 a 90	2a3s	,		(c)
(maduro)	8 a 10	<b>8</b> 5 a 90	1a2s	•		(၁)
(maduro)	8 a 12	85 a 90	1a2s	650-850 a 10 °C	9'0—	(q)
				1.650-2.100 a 20 °C		
Tupinambo	-0,5 a 0	92	8 a 16 s		1,2	(a)
Zanahoria		95	.10 a 14 d	1.060 a 0 °C		
(con hoias)				6.500 a 20 °C		
Zanahoria	O	95	5 a 8 m	200-580 a 0 °C	4,1—	(a)
(sin hojas)		·		1.850-2.800 a 20 °C		
<ul> <li>d = días; s = semanas; m = meses.</li> <li>(a) = débil; (b) = moderada; (c) = fuerte.</li> <li>0,25 Kcal = 1 Btu = 1,05 KJ.</li> <li>Muñoz-Delgado, J. Le froid appliqué aux fruits et légumes. Applications du froid aux produts périsables en Afrique. Ed. Institut International du Froid. Paris, 1979.</li> </ul>	n = meses. la; (c) = fuerte. KJ. roid appliqué aux 1979.	x fruits et légumes	Applications d	ı froid aux produts périse	ables en Afrique.	Ed. Institut In-

con patatas. Así, se recomienda no almacenar en la misma cámara cebollas, apios, agrios, patatas y otro producto cualquiera que éste sea.

Es preciso tomar ciertas precauciones cuando se van a almacenar productos diferentes, incluso si se trata de variedades de la misma especie, en una misma cámara.

Así, puede ocurrir que sustancias volátiles, como el etileno, emitidas por ciertos productos sean nocivas a la conservación de los otros.

Concentraciones incluso pequeñas de etileno pueden producir efectos nocivos sobre ciertos productos vegetales y estimular la maduración de numerosas frutas y hortalizas; este efecto estimulante del etileno es muy poco importante a baja temperatura (a 0 °C), pero puede ser considerable a temperaturas más altas; es la razón por la que los pimientos, que se conservan entre 7 y 10 °C si se quiere que mantengan su color verde, no deben almacenarse en una cámara junto con manzanas, peras u otros productos que desprendan etileno en cantidad importante.

En los cuadros 6 y 7, pp. 89-90, se indica una posible agrupación de las especies frutas o especies hortalizas, para tres bandas de temperatura.

En el cuadro 9, p. 91, se pueden encontrar las incompatibilidades más importantes debidas a estos hechos y que si no se tienen en cuenta pueden ser la causa de graves problemas de pérdida de calidad.

Compatibilidad de frutas y hortalizas durante el transporte, en cargas mixtas

En cargas mixtas es importante combinar sólo aquellos productos que son compatibles con respecto a sus necesidades de:

- Temperatura.
- Atmósfera.
- Humedad relativa.
- Protección de aromas.
- Protección de gases fisiológicamente activos (etileno).

USDA ha preparado una tabla con 85 productos distribuidos en nueve grupos de compatibilidad.

Son productos compatibles aquéllos que pueden viajar juntos sin efectos adversos de uno sobre otro cualquiera de ellos «durante el período máximo de transporte para el producto más perecedero en la carga».

Cuadro 7.—Cohabitación de frutas en carga mixta.

Productos	Tiempo d	de conservación	(semanas)
rioducios	0 a 4 °C	5 a 9 °C	10 a 12 °C
Muy perecederas (0 a 4 s)			
Albaricoque	2 a 4		
Cereza	1 a 3	,	
Frambuesa	3 a 5 días 1 a 5 días		
Fresa Crosolla	2 a 3		
Grosella Higo	1 a 2		
Mango	,	2 a 6	
Melón		1 a 3	10 a 12
Papaya (coloreada)		1 a 2	4 - 0
Papaya (verde)			1 a 3 1 a 3
Plátano (verde) Plátano (maduro)	•		5 a 10 días
Sandía		2 a 3	
Gariaia			
Paragadaras (4 a 9 a)			
Perecederas (4 a 8 s)			
Aguacate		2 a 4	
Ciruela	2 a 7	4 - 0	
Mandarina	1 a 4	4 a 6	
Melocotón Piña (madura)	1 4 4	2 a 4	
Piña (verde)		2 4 .	4 a 6
Uva	4 a 6		
·	•		
Semiperecederas (más de 12 s)			
Coco	6a 8		
Melón			8 a 12
Naranja	8 a 12	4 a 8	
No perecederas (más de 12 s)			•
Limón		•	12 a 20
Manzana	8 a 30		
Pera	8 a 30		
Pomelo			12 a 16

Hall, E. G. Mixed storage of foodstuffs. CSIRO, 1973, Food Research. Circular número 9.

Cuadro 8.—Cohabitación de hortalizas en carga mixta.

Productos	Tiempo (	de conservación (	semanas)
	0 a 4 °C	5 a 9 °C	10 a 12 °C
Muy perecederas (0 a 4 s)			
Alcachofa	3 a 4		
Berenjena		1	2
Brécol	1 a 2		
Coles de Bruselas Coliflor	2 a 4 2 a 4		
Espárrago	2 a 4 2 a 4		
Espinaca	1 a 2		
Guisante (vaina)	1 a 3		
Haba (vaina)	2 a 3		
Judía verde	1 a 2		
Lechuga	1 a 3		
Maíz dulce	1 a 2		
Pepino		1 a 2	
Pimiento dulce	•	1 a 3	
Setas	5 a 7 días ,		
Perecederas (4 a 8 s)			
Col	4 a 8		
Tomate verde			1 a 3
			, 40
Cominaracadaraa			
Semiperecederas	/ · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		·
	6 a 10		
Puerro .	°8 a 12		
No perecederas (más de 12 s)			
Ajo (seco)	28		
Batata			16 a 24
Calabaza			12 a 24
Cebolla (seca)	12 a 18		
Chirivia	12 a 20		
Nabo Patata	16 a 24	40 04	
Patata Remolacha	10 - 00	16 a 24	
remolacha Zanahoria	12 a 20 12 a 20		
_ananona	12 a 20		

Hall, E. G. Mixed storage of foodstuffs. CSIRO, 1973, Food Research. Circular número 9.

Caarlo of Compain		3			5	i						•							
Productos	Bovinos congelados	Sovinos refrigerados	Cerdos	Ciruelas	SəloO	Cordero	SezilehoH	sovənH	reisogned	Mantequilla	seuezueM	Melocotones	Naranjas	setete9	Pescados congelados	sonsiàl9	osən	oniooT	sev∪
Bovino congelado		0	0	0	z	0	0	0	4	0	Œ	0	z	Œ	0	0	E,	0	0
Bovino refrigerado	0	1	0	0	z	0	0	0	۳	0	<b>c</b> :	0	z	<u>~</u> !	0	0	<u>ا</u> ت	<u>ب</u>	0
Cerdos	0	0	1	0	z	0		0	<u>_</u>	0	z	0	z	<u> </u>	0	0	<u>-</u>	0	0
Ciruelas	0	0	0	1	E.	0	0	<u> </u>	<u>_</u>	0	0	0	0	0	0	Z:	<u>.</u>	0	0 !
Coles	z	z	z	۳	ŀ	Z	<u>~</u>	z	z	z	<u> </u>	严	z	<u>_</u>	z	z	z	z	<u>_</u>
Corderos	0	0	0	0	z	1	0	0	2	0	z	0	z	<u>~</u>	0	0	<u></u>	0	0
Hortalizas	0	0	0	0	E E	0	1	<u>~</u>	0	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Huevos	0	0	0	凸	z	0	四	I	<u>-</u>	0	z	四	z	z	<u> </u>	0	z	0	0
Langostas	<u>~</u>	щ	<u>"</u>	巴	z	<u> </u>	0	出	1	œ	z	严	z	z	0	0	z	<u>E</u>	0
Mantequilla	0	0	0	0	z	0	<u> </u>	0	œ	1	z	四	z	Z·	0	0	<u></u>	۳	0
Manzanas	<u>.</u>	œ	Z	0	Œ	Z	0	z	z	z	١	0	0	<u>~</u>	<u>د</u>	z	z !	z	0
Melocotones	0	0	0	0	H	0	0	<u></u>	<u>~</u>	<u> </u>	0	1		0	0	Z:	<u>ب</u>	0	0
Naranjas	z	z	z	0	z	z	0	z	Z	z	0	0	1	0	Z į	Z:	z !	z	0
Patatas	Ψ.	<u>m</u>	۳	0	<u>~</u>	<u>~</u>	0	Z	z	z	<u></u>	0	0	.[	ш	z	<u>-</u>	0	O-
Pescados congelados	o	0	0	0	z	0	0	E,	0	0	<u>ب</u>	0	z	<u>a</u>	1	0	Z	0	0
Plátanos	0	0	0	z	z	0	0	0	0	0	z	z	z	Z	0	1		0	o !
Queso	۳	ဌ	出	出	z	<u>س</u>	0	z	z	E.	Z.	<u>~</u>	z	<u>_</u>	z	0	1	0	E
Tocino	0	Е	0	0	Z	0	0	0	<u>س</u>	H	z	0	z	0	0	0	0	1	0
Uvas	0	0	0	0	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	LB	0	
acemie rea naboud - 0	opens	scanados inntos	oio oc		riesons de o	contaminación	ninaci	ψ ψ	mutua										

0 = Pueden ser almacenados juntos sin riesgos de contaminación mutua.
 N = No pueden ser almacenados juntos: contaminación mutua muy probable.
 LR = Ligero riesgo de contaminación mutua.
 R = Riesgo de contaminación mutua.

— 91 —

La compatibilidad no implica que cultivos del mismo grupo deban mantenerse en iguales condiciones de transporte, sino que pueden cohabitar si las circunstancias lo exigen.

## Conservación frigorífica en AC

La AC es una técnica de conservación frigorífica de productos vegetales a temperaturas de refrigeración, en la que además del control y regulación de temperatura y humedad relativa se realizan los de la composición gaseosa de la atmósfera, que resulta modificada respecto al aire normal en cuanto al oxígeno y al anhídrido carbónico.

La conservación en AC de frutas y hortalizas permite en términos generales, respecto a la conservación frigorífica en atmósfera normal, una duplicación del período de almacenamiento y una mejor retención de los atributos de calidad de los productos.

La «aptitud» de frutas y hortalizas a la AC depende especialmente de su susceptibilidad a bajas y moderadas concentraciones de O<sup>2</sup> (3 por 100) y de CO<sup>2</sup> (3-5 por 100).

El descenso hasta valores de 1-3 por 100 de O² no es problema importante en la mayoría de los casos por respiración anaerobia. La susceptibilidad al CO² no depende solo de especie y variedad sino también del «grado de madurez», tiempo de exposición y temperatura de conservación y de la concentración de O², de forma que la susceptibilidad a daños de CO² aumenta cuando la concentración de O² disminuye.

Las razones primarias asumidas a favor de la AC en aumento a la reducción de la velocidad de alteración o deterioro y pérdida de productos hortofrutícolas, son la reducción que provocan sobre IR y sobre la producción de etileno.

Los «bajos niveles de O²», rebajan la producción autocatalítica de etileno y reduce su sensibilidad al etileno en proporción al descenso de la concentración de O², por debajo de 8 por 100.

Los «altos niveles de CO²», pueden reducir, promover o no tener efecto sobre la producción de etileno por los frutos, dependiendo del producto, de la concentración de CO², y de la duración y exposición al CO². «Sólo aumentará el C²H⁴ en presencia de alto CO² si éste provoca daño fisiológico al producto». En otro caso se reducirá la producción de C²H⁴ como se ha visto al acumularse al ACC, su inmediato precursor ácido I-amino ciclopropano I-carboxílico, por posible efecto de inactivación del enzima ACC-sintetasa responsable de la conversión de ACC a etileno.

El CO² acumulado en los tejidos puede actuar como un antagonista natural del etileno. Las AC van a influir en todos los cambios en la composición de los productos que afectan al color, textura, sabor y aroma, valor nutritivo, crecimiento y desarrollo, daños físicos, pérdida de agua, alteraciones fisiológicas y podredumbres.

Los beneficios de la AC se pueden resumir en los siguientes:

- Apreciable descenso en el máximo climatérico que amplía tanto el período preclimatérico como el posclimatérico.
- La ampliación del período de conservación se puede duplicar en muchos casos porque se retrasan la sobremadurez y la senescencia.
- La firmeza se mantiene durante la conservación facilitándose la manipulación al sacar los frutos de la cámara.
- Los frutos-AC son más jugosos y crujientes a consecuencia de su elevada turjidez.
- Las pérdidas de acidez, azúcares y vitamina C son menores, por lo que se mantienen las calidades nutritiva y organoléptica.
- Las pérdidas de color son también más pequeñas por limitarse la degradación de la clorofila.
- La alteración por frío (chilling injury), manchas y otras alteraciones se minimizan en frutos-AC.
- El período de vida comercial (shelf-life) durante la distribución se prolonga considerablemente, superando tres veces en comparación con los frutos no AC.

Aunque la manzana es la especie que mejor se presta a la conservación en AC, sin embargo no todos los cultivares responden de igual modo, de tal forma que la atmósfera óptima difiere con la variedad, grado de madurez y con los factores ambientales y culturales.

La aplicación comercial de la AC en la conservación de hortalizas no ha progresado al mismo tiempo que en el caso de las frutas. Sin embargo, la mayor parte de las hortalizas comestibles han sido objeto de estudios experimentales de esta técnica, que han versado sobre la evolución de la calidad aparente y período de conservación y los efectos sobre la intensidad respiratoria e intensidad de producción de etileno así como las respuestas al etileno exógeno y control de alteraciones fisiológicas, concretamente para las diez especies más estudiadas: tomate, patata, lechuga, zanahoria, judía verde, col, coliflor, espárrago, cebolla y guisante.

Sin embargo, a pesar de que los resultados no sean tan claros como en frutos, se considera eficaz la AC, para aquellos productos en los que la

reducción del nivel de O² al valor que limita la actividad de las «oxidasas», proporciona el mantenimiento de la calidad y la ampliación del período de conservación, al «controlar los cambios bioquímicos» que, constituyen un importante factor de pérdida de calidad, como son, en hortalizas concretamente, «la decoloración de las superficies de cortes» (lechuga y brécol), la pérdida de clorofila durante la «maduración» (tomate), senescencia (espinaca, espárrago, brécol, col) o el endurecimiento de las hortícolas verdes (espárrago, brécol) y el desarrollo de fisiopatías (lechuga y col) y el proceso de maduración en frutos hortícolas recolectados inmaduros (pepino, pimiento, berenjena, judías y guisante).

En los cuadros 10, 11, 12 y 13, pp. 95-97, se indican los límites mínimos de O<sup>2</sup> y máximo de CO<sup>2</sup>, así como las condiciones recomendadas de conservación en AC.

Las descoloraciones de las superficies de corte, provocadas por oxidación de los sustratos fenólicos por las «fenolasas», se reducen en los casos de los pardeamientos de las bases de los «brócolis y lechugas» por concentraciones de  $O_2$  de 5 por 100 o más bajas.

La maduración de «tomates» puede retrasarse en atmósferas de 3-5 por 100, O<sub>2</sub> y 10 por 100, CO<sub>2</sub>, al inhibirse la degradación de la clorofila y almidón y síntesis de licopeno, B-carteno y azúcares solubles.

La apariencia de las hortalizas «foliáceas» como el brócoli, espinaca, espárrago y col se mejora sustancialmente al «reducirse» la pérdida de clorofila como ocurre durante la senescencia de hortalizas foliáceas en comparación con la conservación en aire normal.

En el «espárrago» el «aumento de fibrosidad» y consiguiente endurecimiento, que hacen el producto inaceptable para el consumo, se puede retrasar o incluso «eliminar» manteniéndoles en «12 por 100 CO<sub>2</sub>» a elevada humedad relativa y temperatura de 4 °C o más baja.

Tal tratamiento hace que los turiones sean más tiernos y de color más verde, efectos que se hacen más patentes al cocinarlos. Los niveles de 10 por 100 CO<sub>2</sub>, pueden mejorar también el grado de tierno del brócoli, después de la recolección, debido a un aumento en el pH de los tejidos (Lipton y Harris, 1974).

Hay dos fisiopatías en hortalizas, de enorme repercusión económica como son el *russet-spoting* («manchas ruginosas») de los nervios centrales de la «lechuga» y «mancha pimienta» en la col de invierno, que se reducen

manteniendo la lechuga en 2-6 por  $100 O_2$  y la col de invierno en AC de bajo  $O_2$ , elevado  $CO_2$ .

También la AC puede afectar el «sabor y aroma» de hortalizas. Así una atmósfera de 1,5-3 por 100 O<sub>2</sub> inhibe la producción de isoamarinas en zanahoria, que es responsable del sabor amargo (Hansen y Rumpf, 1974).

En col danesa, las concentraciones muy bajas de  $O_2$  y de  $CO_2$  producen un gusto más dulce que el normal mientras que mayores niveles de  $CO_2$  producen mayor pungencia característica de la col fresca y superior a la de la col conservada en aire normal. También la col blanca holandesa almacenada 34 semanas en 3 por  $100 O_2$  y 5-6 por  $100 CO_2$ , presenta mejor flavor y textura que mantenido en aire normal.

Por el contrario también entre los efectos «perjudiciales» se pueden citar:

A veces se ocasionan da
 ños visibles en el producto que puede facilitar
 el aumento de p
 érdida por podredumbre. Tales casos incluyen la

**Cuadro 10.**—Niveles máximos de  $CO_2$  y mínimos de  $O_2$  tolerados por las hortalizas (Kader y Morris, 1977, adaptado por Thorne, 1982).

Hortaliza	Mínimo tanto por 100 O <sub>2</sub>	Máximo tanto por 100 CO <sub>2</sub>
Alcachofa	3	2
Apio	2	2
Berenjena	<u> </u>	7
Brécol	1	15
Calabacín *	2	10
Cebolla	1	10
Col	2	5
Coles de Bruselas	2 2 2	5
Coliflor	2	5
Espárrago (a +5 °C)	10	10
Espárrago (a +2 °C)	10 <sup>-</sup>	15
Espinaca	<del></del>	20
Guisante	5	7
Judía verde	2 2	10
Lechuga	2	1
Maíz dulce	<del>_</del>	20
Melón cantalupo	2	10
Patata de consumo	10	10
Pepino	3 ,	. 10
Pimiento (a +13 °C)	3	5
Pimiento (a +5 °C)	3 3	10
Tomate	3	2
Zanahoria	3	4

Cuadro 11.—Condiciones recomendadas recientemente para AC.

Manzana	Temperatura	Humedad relativa	O <sub>2</sub>	CO₂	Meses
Granny smith	0		3	0	
Granny smith	1÷2		. 3-4	1-2	
Granny smith	2÷3		3-4	1-2	4-5
Golden verde	1÷2	95	1,5	2	
Golden verde	1÷2		1,5÷2	1÷2	8-9
Golden madura	2÷3	-	3÷4	3÷4	
Golden madura	2÷4		2-3-4	3-4	7-8
Verde doncella	0,5		2÷3	3-4 3	
Belleza Roma	0÷0,5		3	3	
Reineta	0,5÷1		3	3	
Starking	1 <del>÷</del> 2		1,5-2	1-2	7-8
	0	90	1,5÷2	1,5÷2	
Jonathan	3÷3,5		2÷3	3÷4	
	3÷5		2÷3	2÷4	6-7

decoloración rojo-parduza (tinte pardo *brown stain* de lechuga inducida por elevado  $CO_2$  y resaltada más aún por la combinación con bajo nivel de  $O_2$  (Stewart y Hota, 1971).

 Parece ser que la capacidad fotosintética de los tejidos influencia su susceptibilidad al daño de decoloración por bajo O<sub>2</sub> o alto CO<sub>2</sub>, al no presentarse en foliáceas de tejidos verdes si en los blancos o amarillos.

Cuadro 12.—Condiciones recomendadas recientemente para AC.

Pera	Temperatura	Humedad relativa	O <sub>2</sub>	CO₂	Meses
Blanquilla	—1 a —0,5	92-94	3	2	8
Limonera	-1 a -0.5	94	3	3	6
Williams	-1 a - 0.5	90	9	6	6
Conferencia	-0,5 a				
	<b>—</b> 0,5	94	3÷4	1÷2	7-8
	—1,5 a				
	<b>—</b> 0,5		6÷7	1÷2	
Buena Luisa	0	94	3	2	
Max red fartlet	0	94	2÷3	3÷4	3
Decana invierno	0		2-3	2-4	6-7
Kaiser	$-1 \div -0,5$		4-5	1-2	5-5,5
Passa grassanna	5		3÷4	6÷8	6-7
Decana congreso	0,5+0		2÷4	2÷4	5-6
Abate fetel	<del>-1</del> 0		3÷4	1÷2	4-5
General leclerc	0		2-3	2-3	· 4-5

- La coliflor es muy sensible al CO<sub>2</sub>, de forma que expuesta al «5 por 100 CO<sub>2</sub>» da lugar a un excesivo «ablandamiento» y «decoloración en la cocción».
- Los «olores» y «sabores» extraños pueden «inducirse también por la AC», como ocurre con el olor de brócoli en 5 por 100  $\rm O_2$  y 15 por 100  $\rm O_2$  y con el flavor de espinaca después de una semana en 13 por 100  $\rm O_2$ .
- Las considerables diferencias en la respuesta de las hortalizas a las AC, pueden estar influencias por la edad fisiológica en la recolección, la temperatura de conservación y el período mantenido. Hay diferencias marcadas entre hortícolas estrechamente relacionadas entre cultivares de una misma especie, como ocurre en la lechuga.

Cuadro 13.—Condiciones recomendadas en conservación en AC.

Productos	Temperatura (°C)	Período a 85-90 por 100 humedad	Atmósfera modificada (tanto por 100)	
		relativa	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Tropicales				
Plátano (verde) Plátano (maduro) Mango Papaya Piña (inmadura) Piña (madura)	14 12-14 12-14 10-12 10-12 8-10	2-3 s 5-10 d 2-4 s 1-3 s 2-4 s 1-2 s	2-5 — 2-5 2-5 2-5 —	2-5 — 0-5 10 10
Subtropicales				
Aguacate (verde) Aguacate (maduro) Pomelo Limón	10-12 5-8 12-14 12-14	2-4 s 1-2 s 4-8 s	2-5 — 5-10 5	3-10  5-10 0-5
<ul><li>Verde oscuro</li><li>Verde claro</li><li>Plateado</li><li>Amarillo</li></ul>		16-24 s 8-16 s 4-8 s 3-4 s		
Lima Naranja Toronja Aceituna	10-12 4-8 5-8 5-8	6-8 s 4-8 s 2-4 s 4-6 s	5 5-10 5-10 —	0-10 5 5 —

— Las variedades de tomate comercializadas normalmente pueden conservarse durante 6-10 semanas a 12,5 °C, 92-95 por 100 humedad relativa en AC tipo 3-5 por 100 O<sub>2</sub> y 5 por 100 CO<sub>2</sub> y se completa el proceso con la maduración subsiguiente en aire a 15 ó 20 °C; sin embargo, en California las producciones son sensibles a los altos niveles de CO<sub>2</sub> a partir de 7 días a 12,5 °C, lo que pone de manifiesto la influencia de las condiciones de cultivo en las diferencias de susceptibilidad entre cultivares. Por otro lado, además, los frutos conservados en AC maduran más uniformemente que los conservados continuamente en el aire.

Conservación en condiciones variables, programadas y moduladas de temperatura y composición de la atmósfera

Si bien el éxito de la conservación tanto en régimen de frío convencional como en régimen de AC, se condiciona a la observancia de un conjunto de reglas de las que dos son fundamentales: puesta en régimen térmico y gaseoso lo más rápido posible y mantenimiento subsiguiente de tales condiciones de la forma más estable posible. No obstante, la experiencia muestra que se pueden mejorar las condiciones de supervivencia de los productos modulando los parámetros del ambiente de conservación, ya sea al comienzo como en el transcurso de la misma.

Las técnicas que se incluyen bajo este tipo de tratamientos variables y programados, abre nuevas perspectivas en la lucha contra diferentes alteraciones, fisiológicas fundamentales y también debidas al frío. Ciertamente se trata de técnicas originales que ya han sido aplicadas comercial o bien experimentalmente, con potencialidad comercial.

Tales técnicas comprenden diferentes tipos de tratamientos térmicos y de tratamientos gaseosos, pudiendo clasificarlas como sigue:

#### TRATAMIENTOS TÉRMICOS

- Pretratamientos térmicos: premaduración, prerrefrigeración progresiva y precalentamiento a temperatura límite.
- Modificaciones de la temperatura durante la conservación: refrigeración en cascada y refrigeración por palier crecientes cuando se trata de variaciones graduales en la temperatura y choques términos (calentamiento intermitente) o enfriamiento intermitente cuando se trata de variaciones cíclicas en sentido positivo o negativo con respecto a la temperatura de conservación.

#### TRATAMIENTO GASEOSOS

- Pretratamiento: pretratamientos de altos niveles de CO<sub>2</sub> atmósfereas inertes de N<sub>2</sub> (anoxia) y de muy bajo oxígeno (hipoxia).
- Modificaciones de la atmósfera de conservación: atmósfera controlada dinámica, conservación sucesiva en AC y en el aire y viceversa en cuyo caso se habla de atmósfera controlada diferida, entre las que contemplan variaciones graduales de la atmósfera y «choques de CO<sub>2</sub>» para las variaciones cíclicas de altos niveles de este gas, tanto en el transcurso de la conservación normal como en la conservación en atmósfera controlada.

Para las técnicas consideradas constatadas a escala comercial, de las señaladas, se especifican a continuación los efectos sobre la maduración y senescencia, sobre la fisiopatías y sobre las podredumbres en frutas y hortalizas.

#### **PREMADURACIÓN**

La premaduración de la manzana, se practica en muchos casos (golden, reineta, etc.) para conseguir el amarillamiento de los frutos que se van a mantener en AC y para los que no sería posible un amarillamiento posterior, sin riesgos de alteraciones fisiológicas, como la escaldadura.

Bien es sabido que se recomienda en manzana una premaduración a 20 °C de 2-3 semanas antes de la refrigeración para disminuir la descomposición interna de manzanas *jonathan* y el *core flush* y escaldadura en *granny smith*. También en *spartan* se recomienda 2-6 días a 21 °C para limitar el *core flush* y la descomosición interna durante la larga conservación a 1 °C.

Si la premaduración se hace de forma acelerada con etileno, pueden aparecer al final de la conservación «manchas lenticelares» (belleza de Roma).

En frutas hortícolas, se aplica el enfriamiento retardado en el caso del melón honey dew, con el fin de controlar las alteraciones del chilling injury, durante la conservación a 2,5 °C, durante 15 a 19 días, si previamente se tratan los frutos a 20 °C durante 24 horas, con aire conteniendo 1 por mil de etileno.

En los frutos tropicales, también se aplica esa técnica; así en «aguacate» hass, producto muy sensible al frío a temperaturas inferiores a 5 °C y temperatura óptima de conservación de 7 °C, se realiza actualmente la conservación a 2,5 °C si se han madurado previamente a 20 °C.

Los frutos climatéricos como el «tomate verde», sensible al *chilling injury*, incrementan su resistencia a las bajas temperaturas si se les somete a una premaduración a temperatura ambiente.

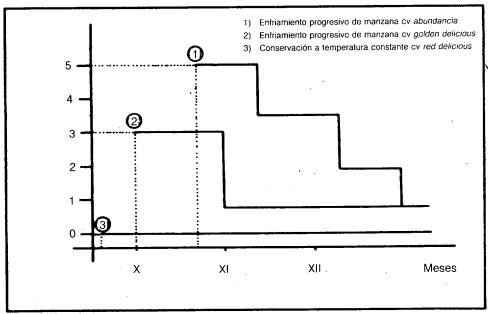
Asimismo, en el pomelo se puede controlar el *piting* (picado) y pardeamiento de la piel, como manifestaciones de alteración por frío, cuando se conservan a 1°C durante 3 semanas, si previamente se han tratado a 21 °C durante una semana.

#### **ENFRIAMIENTO PROGRESIVO**

Se ha aplicado a plátano y aguacate con el fin de reducir los daños debidos al frío. Si se aplica la temperatura de régimen desde el inicio de la conservación, se predispone en muchos casos a tales alteraciones, que se ven reducidas enfriando los frutos escalonadamente por palier de 2 a 3 °C.

En la gráfica 4, se esquematiza esta técnica en el caso de la manzana, como medio de control de la «escaldadura blanda», alteración ligada al frío.

También se aplica a tomate verde descendiendo lentamente la temperatura inicial de 20 °C hasta llegar a 4 °C, en 96 horas, realizándose en tres fases: de 20 a 12 °C, de 12 a 8 °C y de 8 a 4 °C, con lo que se controla igualmente el chilling injury.



Gráfica 4.—Ejemplos de refrigeración progresiva (Criof-Bo, 1969).

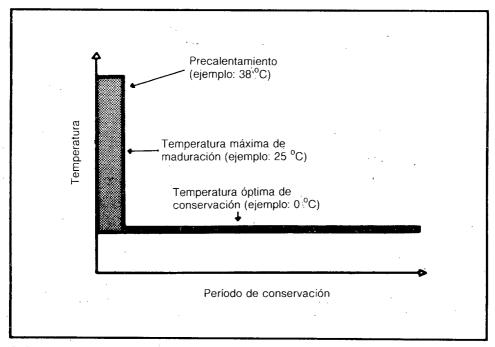
El enfriamiento progresivo provoca una mayor resistencia al frío sin riesgo de daño de congelación al enfriarse por tal sistema hasta la temperatura crioscópica, quizá debido a la acumulación de azúcares sencillos y aminoácidos en las células o incluso a una acción sobre la membrana plasmática favorable a la formación de hielo extracelular. Similar fenómeno se da con la refrigeración «en cascada».

En la URSS se ha observado que manzanas *reineta de champaña* toleran hasta —3 °C si inicialmente se enfrían a 2 °C y su temperatura se hace descender previamente 1 °C por semana, hasta alcanzar el nivel crioscópico.

Este método equivalente al referido de antiguo para la refrigeración «en cascada» aplicado a la pera *williams* con el fin de conservarlas a —1,5 °C, sin riesgo de congelación.

## PRECALENTAMIENTO A TEMPERATURA LÍMITE

Este método sirve para favorecer la conservación de algunas variedades de manzana como *spartan*, *golden delicious* y *Mc intosh* (gráfica 5).



**Gráfica 5.**—Representación esquemática de «precalentamiento» durante la conservación frigorífica de manzana (Marcellin, 1982).

Una exposición durante 2 a 6 días a 38 °C inmediatamente después de la recolección permite retrasar la pérdida de firmeza y textura durante la conservación frigorífica subsiguiente (de 6-7 meses). El efecto máximo se logra al cabo de 6 días a 38 °C ya que alguna alteración como el *core flush* o «corazón rosado» desaparece prácticamente.

Temperaturas inferiores a 38 °C provocan efectos contrarios y originan cambios en el contenido de acidez.

Esto se debe a inactivación de enzimas por las altas temperaturas, que actúan sobre la degradación de pectinas así se mantiene más firme la textura.

También a temperaturas tan altas (mayores de 30 °C) el etileno no se sintetiza y por ello se retienen sus modificaciones de maduración. Lo que sí ocurre es una pérdida de acidez grande, por lo que la aplicación comercial se restringe a la manzana destinada a la pastelería, porque resulta además más dulce y más firme, lo que sustituye al tratamiento con Cl<sub>2</sub>Ca (solución) de inmersión de las rodajas, de manzana para dicha industria.

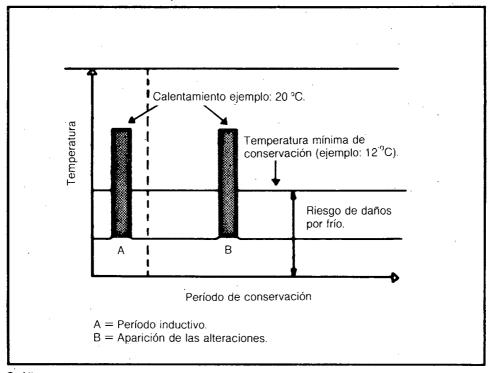
Esta técnica se aplica también a melocotón, papaya y otras especies tropicales, por inmersión en agua caliente (de 40 a 50 °C) previamente a la conservación, con el fin de disminuir los riesgos de podredumbres durante la conservación frigorífica.

Por efecto de los precalentamientos, la crisis climatérica desaparece a 40 °C, de ciertos frutos climatéricos, pero se restablece el volver a temperatura ambiente por lo que aquéllos no parecen tener efectos persistentes sobre la intensidad respiratoria.

# CALENTAMIENTOS INTERMITENTES (CHOQUES TÉRMICOS)

Para luchar contra el pitting de cítricos (pomelos), pardeamiento interno de ciruelas, «corazón rosado» en manzanas, existen datos claros de eficacia de esta técnica contra las alteraciones por frío en los casos de melocotones y nectarinas, naranjas, gombos, patatas, pepinos, tomates, pimientos...

Se aplican temperaturas de 15-20 °C, durante horas o días según los casos. Debe aplicarse inmediatamente al aplicar el frío, o sea cuando los procesos metabólicos de alteración causados por el frío permanecen aún en estado de reversibilidad (fase inductiva) gráfica 6, razón por la que les muy conveniente conocer el período de latencia del *chilling injury* después de cada choque térmico.



**Gráfica 6.—** Representación esquemática de «calentamientos intermitentes» durante la conservación frigorífica de manzana (Marcellin, 1982).

Parece ser que, de acuerdo con lo expuesto para las teorías de las causas del *chilling injury*, este tratamiento establecería el estado físico de la membrana alterada por el frío, eliminando además diversos metabolitos tóxicos acumulados a baja temperatura y restableciendo así la funcionalidad de las células. La acción combinada de frío y calor estimularía la producción de ácidos grasos insaturados que protegen la integridad física de la membrana celular.

La aplicación del «choque térmico» se facilita cuando el período de latencia del *chilling injury* se extiende sobre varios días o semanas, como ocurre en el pepino y tomate, pero se dificulta si este período de latencia es sólo de algunas horas, como ocurre con ciertos frutos tropicales, como el plátano.

Como conclusión, puede pensarse que los pretratamientos térmicos reducen la sensibilidad de los productos a los daños por frío, mientras que los calentamientos intermitentes reparan los daños ocasionados por el frío, restaurando el metabolismo normal durante el período de latencia antes de que aparezcan los síntomas de tales daños.

El calor por encima de 35 °C y la privación de  $O_2$  inhiben la producción de etileno de los frutos y hortalizas. Bloquean la última etapa de la biosíntesis etilénica a partir de la metionina, es decir la conversión del ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC) en etileno.

La inactivación de la transformación del ACC en C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> es reversible cuando la acción de las «altas temperaturas» es limitada, por lo que la emisión de etileno deja de debilitarse al concluir el tratamiento térmico.

El anhídrico carbónico, a dosis suficientes, requiere igualmente fuertemente esta síntesis actuando sobre la reacción ACC — C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>.

Las técnicas en este sentido que se aplican son las de pretratamientos de CO<sub>2</sub> y choques de CO<sub>2</sub>.

## PRETRATAMIENTO DE CO2

Atmósferas muy ricas en  $CO_2$  (10-20 por 100), al comienzo de la AC sobre todo o incluso de la AN, permiten en manzana o pera ciertas ventajas si se aplican durante tiempos variables entre unos días a dos semanas, como es frenar entre otros:

- Alteraciones de envejecimiento del frío (ablandamiento en manzana, pera, pepino, «corazón pardo» en pera, «necrosis» superficial en agrios).
- Pérdida de clorofila y vitamina C en col.
- Desarrollo de podedumbres.

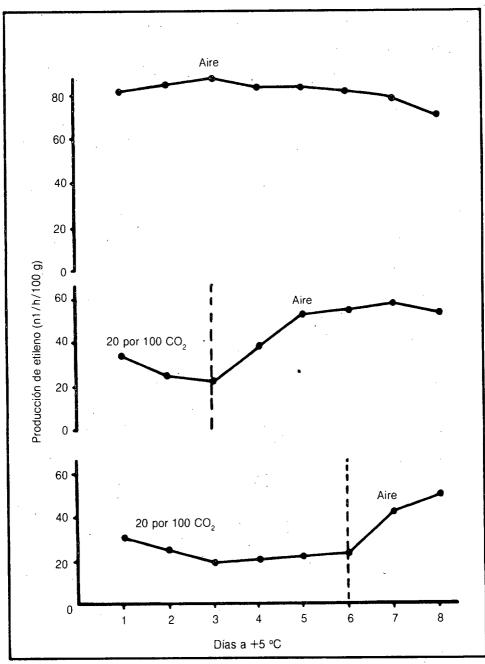
Se aplica también a 10-15 por 100 durante algunos días, en temperatura ambiente de 20 °C, para mantener la frescura durante el transporte de zanahoria, brécol, calabacín, patata, tomate y champiñón.

En col (gráfica 7), se ve que disminuye la producción de  $C_2H_4$  a 5 °C, al 20 por 100  $CO_2$  durante 3-6 días y parece conservarse una cierta acción residual reductora de su producción de  $C_2H_4$  en la fase de reentrada de aire.

# CHOQUES DE CO,

Tratamientos breves (1 a 3 días) y periódicos en 20-30 CO<sub>2</sub>, para «pera, plátano, aguacate, tomate, pepino, espárrago, patata, castaña, champiñón»..., seguida de energética aireación durante 5-15 días, procuran evitar la acción tóxica del CO<sub>2</sub> con las ventajas de efectos de este gas:

- Eliminación de podedumbres.
- Reducción de «escaldadura» en manzana y pera y «pardeamiento interno» en aguacate.



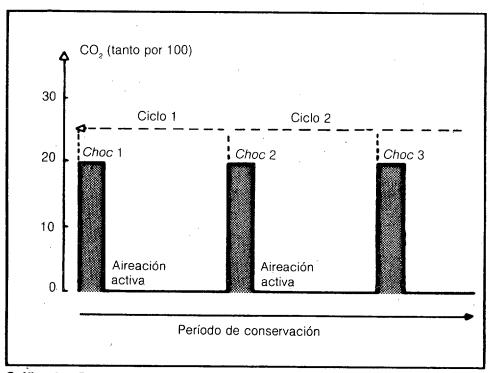
**Gráfica 7.**—Efecto de los «pretratamientos de CO<sub>2</sub>» (20 por 100) durante 3 y 6 días, sobre la producción de etileno en brécol durante la conservación a +5 °C (Wang, 1979).

 Drástico frenado de la maduración y de la pérdida de clorofila y del ablandamiento de los frutos.

Esta pendiente de aclarar por qué sucede esta reducción en síntesis de etileno entre choque y choque (gráfica 8).

La «altas concentraciones de CO<sub>2</sub>» inhiben muy rápidamente la actividad de enzimas respiratorios como la succino deshidrogenasa y la citromoxidasa, llevando consigo una disminución notable del nivel energético de las células y el deterioro de las membranas.

Se ha demostrado experimentalmente que ciertas exposiciones al CO<sub>2</sub> permiten a los productos volver a encontrarse más o menos rápidamente y plenamente con su ritmo respiratorio al pasar el aire, dejando subsistir o no un efecto residual retardado. Esta diferencia cuestiona la importancia del «estrés CO<sub>2</sub>» (concentración y duración), teniendo considerable importancia la fecha de recolección, es decir, el grado de madurez inicial, de forma que los resultados no son beneficiosos para las dos situaciones de fechas extremas de cosecha.



**Gráfica 8.—**Representación esquemática de la técnica de choques de  $CO_2$  (choc  $CO_2$ ) en conservación frigorífica (Marcellin, 1982).

Por el contrario, los «choques de  $GO_2$ », de niveles altos de corta duración, parecen susceptibles de dejar subsistir un frenado residual de la producción de etileno al volver al aire, en el caso de tomates o brócolis.

En el cuadro 14, se indican los tratamientos de alto  ${\rm CO_2}$  beneficiosos para algunas especies:

# ATMOSFERAS ANÓXICAS (INERTES O ANAERÓBICAS)

Este método es conocido como conservación en atmósfera inerte. El tratamiento inicial de conservación con 100 por 100 N<sub>2</sub> tiene una influencia notable sobre el mantenimiento de la calidad y maduración de ciertas especies (Parson *et. al.*, 1964, citado por Muñoz-Delgado, 1978).

El tratamiento de una semana en atmósfera de 100 por 100  $\rm N_2$  de diversas variedades de manzana y pera (red delicious, mc intosh y barlett) a 0 y 1 °C, respectivamente, después de la recolección y conservadas luego en AC a la misma temperatura, en las condiciones (2,5)5 en manzana y (14)7 en pera (Eaves et. al. 1969), resultó que las manzanas eran más firmes, mantenían niveles más altos de acidez después de 180 días de conservación y con una semana de maduración a +21 °C, y desarrollaban menos «escaladura» y ataque fúngico que cuando se utilizaba sólo AC. Las peras mostraron también menos «escaldadura» y «descomposición interna» al cabo de 115 días a -1 °C.

Fidler y North, 1971, con manzana cox's orange pippin en atmósfera de  $N_2$  a +3,3 °C, antes de su conservación en aire o en AC (2)1 ó (3)5, obtuvieron

Cuadro 14.—Efectos beneficiosos del CO<sub>2</sub> a altas concentraciones.

Especie	Tanto por 100 CO₂	Duración	Temperatura (°C)	Efecto sobre
Cereza	20-25	30-40 d	0	Podredumbres
Patata	15-30	5 d	20	Enverdecimiento
Brécol	20	3-6 d	5	Amarillamiento y marchita- miento
Pimiento picante	20	30 d	5	Daño por frío
Pomelo	20-40	3-7 d	21	Pardeamiento de cáliz y piel
1 0111010	20-40	20-48 h	3	Conservación
Rábano	94-100	24 h	2	Marchitez
Castaña	80	10 d	10	Sclerotinia
Kaki	. 80	2-3 d	10-20	Taninos
Limón	20-40	20-48 h	3	Conservación
Uva	40-50	20-48 h	0	Comercialización
Fresa	20	48 h	10	Podredumbres

después de 65 días manzanas más firmes y menos amarillas que las que no se trataron en anaerobiosis de  $N_2$ , pero ya estos efectos no tenían diferencias significativas si se prolongaba la conservación 112 días.

La «anaerobiosis» de manzana *red delicious*, *mc intosh* o pera *williams* en régimen de N<sub>2</sub> durante 1-3 semanas iniciales de AC da lugar a frutos más firmes, más ácidos y menos escaldadura, al final de campaña, en Canadá.

En Australia muy recientemente se genera la anaerobiosis estricta por hipoxía severa (menor de 1 por 100). Según Blanpied, este «estrés inicial de  $O_2$ » constituye una variante de la puesta en régimen gaseoso rápido de las cámaras AC. Proporciona una mejor dureza y la inhibición de de fisiopatías como escaldadura, degradación de textura y pardeamientos internos.

Las modalidades de aplicación son:

- El enfriamiento a 0 °C lo más rápido posible.
- Descenso a continuación del O<sub>2</sub> hasta 0, 2-0, 5 por 100, obtenido en 10 días máximos después de la recolección.
- Absorción energética por scrubber de cal, del CO<sub>2</sub> respiratorio.
- Se mantienen las condiciones hipóxicas 9 a 14 días con menos de 1,5 por 100 CO<sub>2</sub>.
- Se continúa con AC en la mezcla (1,5)1.

Para esta técnica deben seleccionarse los frutos, ni muy inmaduros (que son muy sensibles a escaldadura) ni que hayan iniciado la crisis climatérica (muy expuestos a fermentación).

## ATMÓSFERAS HIPÓXICAS

Consideramos como tales tanto la conservación hipobárica como la de conservación a muy bajos niveles de oxígeno (ULO y HLO).

#### CONSERVACIÓN HIPOBÁRICA

La conservación hipobárica presenta un especial interés como nueva tecnología de conservación posrecolección de productos hortícolas, así como el transporte hipobárico, y constituye un sistema alternativo y particular de tratamiento de las hortalizas en atmósfera controlada, a presión de aire reducida.

La utilización industrial de la atmósfera hipobárica parece limitarse, en el momento actual, al transporte de especies hortícolas frágiles, como lechuga, judía verde, tomate, champiñón, aunque también se ha utilizado a menor escala en espárrago, coliflor, apio, fresa, pepino, pimiento, siendo las flores

cortadas, especialmente rosa, clavel y crisantemo, productos que se han visto también beneficiados del transporte hipobárico.

El principio de la conservación hipobárica se aplica en general a aquellos productos que se benefician exlusivamente por la reducción de la presión parcial del  ${\rm O_2}$  y a aquéllos que se benefician además del descenso de la concentración de etileno y de otros subproductos endógenos volátiles del metabolismo presentes en los tejidos como acetaldehido, éter acético, etanol, farneseno, etc., conseguido al desceder el punto de ebullición de estos metabolitos volátiles a las temperaturas de conservación y baja presión, lo que facilita su eliminación de los tejidos con su repercusión en evitar ciertas alteraciones fisiológicas que surgirían durante el proceso de la conservación por el frío.

Las ventajas de la conservación hipobárica podrían resumirse como sigue:

- Limitación, e incluso eliminación, de las alteraciones debidas al envejecimiento prematuro de los tejidos, retrasando la abscisión de las hojas en hortícolas foliáceas.
- Disminución de los riesgos de alteraciones fisiológicas prrovocadas durante la conservación por el frío y de podredumbre blanda bacteriana.
- Control más riguroso de bajas concentraciones de O<sub>2</sub> que en régimen de AC.
- Eliminación de etileno y otros volátiles, que hace posible almacenar juntas especies o variedades que normalmente son incompatibles a causa de transmisión de olores (manzana y col) o por exigencias específicas en atmósfera (manzana y zanahoria).
- Utilización complementaria de la instalación por la prerrefrigeración a vacío (vacuum cooling) en hortícolas foliáceas, como acelga, lechuga, espinaca, apio.
- Ampliación del período de conservación, que se duplica frente al frío convencional, mientras la AC aumenta este período en 40-60 por 100 sólo, en base fundamentalmente a los niveles hiponormales de etileno y reducidos de oxígeno que frenan considerablemente el metabolismo general de los productos, siendo ejemplos constatados la retención del dulzor en el maíz dulce, el retraso en la pérdida de ácido ascórbico en espárrago, etc.
- Presión de aire reducida, normalmente hasta valores de 0,1 a 0,2 bar o inferiores.
- Renovación contínua de la atmósfera, que varía de 1 a 4 renovaciones por hora para mantener la cantidad correcta de oxígeno para el producto.
- Humedad relativa muy elevada, de 80 a 100 por 100.

Tales requerimientos son facilitados por la instalación correspondiente que ha de disponer de los siguientes elementos fundamentales:

- Recinto (contenedor o cámara) resistente al vacío, para contener la carga de producto mantenida a baja presión.
- Bomba de vacío, para extraer continuamente la atmósfera del recinto.
- Regulador de presión que purgue aire en el recinto a un nivel adecuado para mantener la presión de trabajo en el mismo.
- Sistema de humidificación, que inyecte suficiente vapor frío en el aire de entrada para saturar la atmósfera del recinto.
- Sistema de refrigeración, para mantener la temperatura de la carga del recinto hipobárico.

#### ATMÓSFERAS ULO Y HLO

En muchos países se recomienda el empleo de bajos niveles de  $O_2$ , en torno a 2 por 100, para mejorar la retención de la firmeza y reducir el desarrollo de alteraciones fisiológicas.

Se obtienen excelentes resultados cuando se carga la cámara en tiempos cortos y cuando se realiza la fase pull-down (descenso del  $O_2$  rápido) en la puesta a régimen de forma muy rápida.

Para llevar a cabo la reducción de O<sub>2</sub> hasta el 2 ó 3 por 100 en breve tiempo se utilizan tanto los quemadores de oxígeno como el barrido con nitrógeno.

Las atmósferas con niveles ultra bajos de oxígeno designadas como ULO (ultra low oxygen), cuando su concentración es menor de 2 por 100, o con niveles hiperbajos, menores de 1 por 100, designadas como HLO (hiper low oxygen), se aplican industrialmente especialmente en Australia, pera jonathan, granny smith, red delicious y golden delicious, con 1-1 por 100  $\rm O_2$  y  $\rm CO_2$  inferior a 1 por 100 hasta 2 por 100 dependiendo de la sensibilidad de la variedad al daño de  $\rm CO_2$ . El fin de aplicar este tipo de atmósferas está en la eliminación de algunas fisiopatías y en la inhibición casi absoluta del ablandamiento del fruto.

El empleo de estas atmósferas de muy bajo nivel de  $O_2$  está limitado por varios factores: mala estanqueidad de la cámara, incapacidad de los descarbonizadores comerciales para reducir los niveles de  $CO_2$  a 1 por 100 e incluso inferiores, inadecuada circulación del aire en las cámaras y susceptibilidad de algunas variedades a daños de bajo  $O_2$ .

Nó obstante, a bajos niveles de O<sub>2</sub> se corre el riesgo de daños de fermentación por lo que no se pueder ecomendar plenamente.

El éxito está en función del equilibrio, delicado, entre factores «culturales» (nutrición árbol, reguladores de crecimiento), «fisiológicos» (madurez, etileno, vitrescencia), de «conservación» (temperatura y atmósferas) y «climáticos».

La ampliación del período depende en modo crítico de temperaturas correctas, atmósferas correctas y madurez adecuada. Así a 1,5 °C y 1 por  $100~O_2$  aparece un nuevo tipo de pardeamiento interno corchoso, en frutos de más avanzado grado de madurez. Se puede reducir en mc intosh conservados a 3 °C.

En general, se deduce para los bajos  $O_2$  que los frutos son más sensibles a enfermedad común del frío y de bajo  $O_2$ , por lo que se recomienda subir la temperatura de conservación en este tipo de atmósferas.

En cuanto a la privación de  $O_2$ , con persistencia de la disminución respiratoria, resultante del «estrés  $O_2$ » puede contribuir a retrasar el establecimiento normal de la biosíntesis etilénica dado que el  $O_2$  es indispensable para la generación del etileno, no sólo para la conversión del ACC en etileno, sino también para suministrar el ATP necesario para la activación inicial de la metionina.

## ATMÓSFERAS EXENTAS DE ETILENO

En las cámaras de conservación se constata, además del CO<sub>2</sub>, la presencia de numerosos metabolitos volátiles emitidos por los propios productos hortofrutícolas como: etileno, alcoholes, ésteres, aldehídos, que presentes en muy pequeñas cantidades son capaces de provocar una reducción del período de conservación de los frutos, al estimular la maduración o por promover alteraciones fisiológicas especialmente en hortalizas.

Entre los efectos perjudiciales del etileno, en cuanto a facilitar la presencia de fisiopatías, se destacan en el caso de hortalizas las siguientes:

- Senescencia acelerada y amarillamiento en algunos frutos inmaduros (pepino, calabacín, etc.), y en hortalizas foliáceas e inflorescencias (col, brécol...).
- Aceleración de la maduración de los frutos (tomates, ...) durante la manipulación y conservación.
- Manchas foliáceas (russet spotting o mancha ferruginosa en lechuga).
- Fibrosidad en espárrago.
- Caída de hojas (coliflor, col ...).
- Pardeamientos en pulpa y semillas de berenjena.

 Acumulación de metabolitos de estrés (isocumarina en zanahoria, que provoca amargor, terpenos en batata, pisatina en guisante ...).

Los sistemas de eliminación de etileno actualmente más utilizados se basan tanto en reacciones químicas a base del MnO<sub>4</sub>K que impregnan un material poroso, como en adsorción física y oxidación catalítica o por medio de ozono o radiación UV y utilización del sistema hipobárico de conservación.

Las soluciones saturadas de  $\rm MnO_4 K$  (permanganato potásico) convierten el etileno en  $\rm CO_2$  y  $\rm H_2O$ .

#### ATMÓSFERA CONTROLADA DIFERIDA

Técnica en la que la aplicación de AC no se efectúa desde el principio de la conservación sino al cabo de algunos días e incluso meses; tal es el caso de algunas variedades de pera, como *blanquilla* (De la Plaza, 1977) y *passa crassanna* (Leblond, 1977).

En pera blanquilla, cuando la dureza de la pulpa en recolección es próxima a 8 kg, se conserva mejor en una AC (3) 5 a -0.5/-1 °C durante 4 meses, si se mantiene previamente hasta 4 meses en frío normal a la misma temperatura, que si se conserva continuamente en AC continúa durante 8 meses, debido principalmente al efecto de bloqueo de la maduración, que en este último caso no es posible romper ni siquiera a temperaturas de maduración de 16 a 18 °C.

En passa crassanna después de 26 días a 0 °C, en aire normal se pasaron a la AC (5) 5 durante 70 días a 6 °C y posterior paso a 0 °C en aire normal. La incidencia de «descomposición interna» prácticamente fue nula y la calidad fue muy buena después de madurar a 20 °C. Sin embargo, los frutos mantenidos en AC continúa (5) 5 a 6 °C, amarilleaban después de la maduración complementaria a 15 °C durante un mes, pero la pulpa permanecía firme y con poco aroma.

#### ATMÓSFERA CONTROLADA PREVIA A AN

En algunos casos la conservación continuada en AC puede perjudicar la plena maduración de los frutos a la salida de la cámara.

Así, en el caso de las manzanas cox's orange pippin y mc intosh se recomienda una conservación en atmósfera normal después de un almacenamiento prolongado en atmósfera empobrecida en  $O_2$  (1 por 100 aproximadamente) (Patterson et. al, 1976).

El almacenamiento de la pera passa crassanna puede hacerse, para evitar el pardeamiento interno, a 6 °C, en una mezcla de 5 por 100 de  $O_2$  y 5 por 100 de  $O_2$  durante cuatro meses y continuar el resto de la conservación, dos meses, a 0 °C, en atmósfera normal para facilitar la evolución de la clorofila al fin de la conservación (Leblond y Acquier, 1982).

#### ATMÓSFERA CONTROLADA DINÁMICA

La técnica de AC, en la que se pretende una adaptación gradual del fruto al  $CO_2$ , manteniendo el nivel de  $O_2$ , por período próximos a un mes en cada nivel creciente de  $CO_2$  hasta alcanzar el deseado de régimen, se denomina AC dinámica (De la Plaza, 1975).

Ha sido estudiada en manzana golden delicious y goldenspur en condiciones de pretratamiento de 20 por 100  $\rm CO_2$ , durante 10 días, seguidos de 1 mes en (3) 0 o de otro mes en (3) 2 y finalmente mantenida en (3) 5 el resto del período (6 meses) ha comparado las condiciones (10)  $\rm 20+(3)~0+(3)~2+(3)~5$  con la AC dinámica y con la AC continua (3) 5, con pretratamiento de  $\rm CO_2$ , resultando notablemente superior la ACD indicada respecto a todas las demás, en cuanto a pérdidas de peso que se reduce a la mitad respecto a la AC continua (3) 5, en cuanto a mantenimiento de la dureza y regresión de los ácidos y reducción de alteraciones fúngicas en la conservación a + 2 °C. (Alique y De la Plaza, 1982).

## Bibliografia

Bibliografía consultada sobre maduración y calidad

- DE LA PLAZA, J. L. 1978. Îndices de madurez y calidad. Curso sobre control de la calidad de los productos hortofrutícolas, Madrid, mayo (restringida).
- DE LA PLAZA, J. L. 1986. La vida postrecolección de los frutos (primera parte)
   Fruticultura, profesional, 1: 42-46. La vida postrecolección de los frutos (segunda parte)
   Fruticultura, profesional, 2: 28-35. La vida postrecolección de los frutos. (tercera parte)
   Fruticultura, profesional, 3: pp. 28-32.
- KADER, A. Á. 1095, Quality factors: Definitions and evaluation for Fresh. Horticultural Crops. En Postharverst, Technology of Horticultural Crops, Coop. Ext., Univ. California: pp. 118-121.
- LEOPOLD K. y BAARDSETH, P. E. 1975. Fruit ripening. En Plant Growth and Development Mc Graw-Hill, Inc.: pp. 326-336.
- MORENO, J. 1984. Quality deterioration of refrigeratd foods and its timetemperature mathematical relationships. International J. of Refrigerations, vol. 7 (6): pp. 371-376.
- ULRICH, R. 1971. L'influence du froid sur la qualité des fruits et légumes, VII Congr. Int. Norcofel, Dijon (restringida).
- SCHUPHAN, W. 1971-1977. Gualité des fruits et légumes au point de vue nutritionnel et hygiénique. Vlléme Congr. Int. Norcofel, Dijon, 37 pp.

## Bibliografía consultada sobre prerrefrigeración

- R. ALIQUE, M. LAMUA y F. J. CUESTA (1983). Prerrefrigeración de vegetales Jornadas de transporte de mercancías perecederas. Almería.
- ANÓNIMO (1985). Nuevas técnicas de refrigerado para productos hortícolas y flores. Horticultura: p. 114.
- ASHRAE (1968). Methods of precooling food en 1968 Guide and Data book: pp. 281-288.
- C. COUPIAC (1982). Prerrefrigeración y congelación de los productos vegetales en Aspectos biológicos y técnicos de la conservación por el frío de frutas y hortalizas. Simposio I.I.F., México D.F., 1981, Sepaic. Ed. París: pp. 41-46.
- G. CRIUELLI (1972). La conservazione degli ortaggi mediante refrigerazione.
   II Freddo 6: pp. 33-41.
- J. L. DE LA PLAZA (1983). Transporte frigorífico por carretera de productos hortícolas. Jornadas de transporte de mercancías perecederas, Almería.
- J. L. DE LA PLAZA (1985). La cadena del frío de las frutas y hortalizas en estado fresco. Il Jornada Agrícola Comercial. Caja Huelva, 8-9 febrero. Huelva (España).
- J. ESPINOSA, R. ALIQUE y J. L. DE LA PLAZA (1986). Tecnología de la conservación de productos hortícolas. Segundo curso de horticultura de invernadero. Almería.
- E. G. HALL (1974). Techniques of pre-cooling, the long term storage, C.A. storage and the freezing of fruits and vegetales. FAO-IIR-Short-term course Durgapur (India): pp. 75-80.
- I.I.F. (1973). Préréfrigérations en Stations de conditionnement et d'entreposage de fruits et légumes. Annexe au Bull. I.I.F. pp. 149-165.
- IRESCO-CEF (1977). Enfriamiento de la carga en Acondicionamiento y transporte de frutas de exportación: manzana, pera, albaricoque, melocotón, ciruela y uva. Colecc. Catálogos y Monografías número 4, IRESCO, Ed. Madrid: pp. 85-87.
- M. LAMUA, F. J. CUESTA y R. ALIQUE (1986). Prerrefrigeración de frutas y hortalizas II. Aplicación, Alimentación, equipos y tecnología, marzo-abril: pp. 109-120.
- J. LETEINTURIER (1986). Nouvelles techniques de préréfrigération au niveau de la production RGF, 76, 3: pp. 141-146.
- P. MORAS (1986). La préréfrigération. Les systèmes à circulation d'air frocée et l'influence du conditionnement. RGF, 76, 3: pp. 143-147.
- J. A. MUÑOZ-DELGADO (1985). Refrigeración y congelación de alimentos vegetales. Serie informes número 2, Fundación Española de la Nutrición: pp. 24-26.
- J. A. MUÑOZ-DELGADO (1985). Enfriamiento y almacenamiento al estado refrigerado de frutas y hortalizas. Curso de frío. Bogotá.
- F. J. PROCTOR (1983). The importance of precooling fruits and vegetables.
   Aseam Workshop on transportations and handing techniques for horticultural produce, 508th June, Bangkok, Thailand.
- G. TONI (1985). Technique di prerefrigerazione nella conservazione e trasporto dei prodotti ortofruticoli II Freddo, 5: pp. 345-361.
- W. R. BARGER (1961). Factores affecting temperature reduction and weight-loss in vacuum-cooled letture. USDA, Mark. Res. Rep. núm. 469.
- W. R. BARGER (1964). Vacuum precooling. A comparison of cooling of different vegetables, USDA, Mark. Res. Rep. núm. 600.

## Bibliografía consultada sobre conservación frigorífica

- R. ALIQUE y J. L. DE LA PLAZA (1982). Dynamic controlled atmosphere for apple storage. I.I.R. Comm. 32, C2 and D1. Sofía (Bulgaria) 1982/4: pp. 342-349.
- E. BARDON (1983). Productión ethylenique de fruits massifs (banane, pomme, poire) a 30 °C: Effects associeés de la température et du CO<sub>2</sub> interne. Tesis de Doctor Ingeniero, Universidad Pierre et Marie Curie, 60 pp.
- C. DENNIS (1981). The effect of storage conditions on the quality of vegetables and salad crops. Goodenough y Atkin, Eds. Quality in stored and processed, vegetables and fruits. Academic Press: pp. 329-339.
- R. BASTIN (1970). *Traité de physiologie végétale*. Ed. Compañía Editorial Continental, S.A. p. 284.
- J. L. DE LA PLAZA (1979). Modernas técnicas utilizadas en la conservación frigorífica de frutas de otoño-invierno. A.I.D.A. Zaragoza, XI Jornadas de estudio.
- J. L. DE LA PLAZA Y J. MONCHON (1981). Conservación de productos hortofrutícolas en atmósfera controlada. Regulación electrónica selectiva del proceso. Mundo electrónico, 113: pp. 99-108.
- J. L. DE LA PLAZA (1986). Reducción de pérdidas poscosecha en frutas y hortalizas, por el frío y sus coadyuvantes. VI Congreso. Latinoamericano en Química, Bogotá (Colombia).
- E. G. HALL (1973). Mixed storage of foodstuffs. CSIRO. Food Research Circular núm. 9.
- C. LEBLOND y A. PAULIN (1968). La conservation frigorifique despommes et des poires. J.B. Bailliere et fils. Eds. París.
- W. J. LIPTON y J. M. HARVEY (1977). Compatibility of fruits and vegetables during transport in mixed leads. USDA, ARS, Mark. Res. Rep. núm. 1.070, p. 7.
- P. MARCELLIN (1970). Utilization et perspectives de développement de l'atmosphere controléee dans l'entreposage desfruitis et légumes. Bull. Inst. Intern. du Froid, núm. 5, pp. 1.151-1.158.
- P. MARCELLIN (1982). Nuove tendence nella conservazione a freddo di ortofrutticoli. Il Freddo, 6: pp. 437-446.
- P. MARCELLIN (1985). Conservation des fruits en atmoshphere controlée. Situation actuelle. RGF, marzo: pp. 115-158.
- M. MEHERIUK (1985). Controlled atmosphere storage conditions for some of the more commonly grown apple dultivars: Simposio AC. Raleigh. USA.
- J. A. MUÑOZ-DELGADO (1979). Le froid appliqué aux fruits et légumes.
   Applications du froid aux produits périssables en Afrique. Ed. I.I.F. Paris.
- J. A. MUÑOZ-DELGADO, C. COUPIAC y A. GAC (1982). Aspectos biológicos y técnicas de la conservación por el frío de frutas y hortalizas. Simposio I.I.F., México DF.
- J. A. MUÑOZ-DELGADO (1982). «Alteraciones fisiológicas de frutas y hortalizas sensibles al frío.» Revista Española de Fisiología, 38, supl., pp. 299-302.
- J. A. MUÑOZ-DELGADO (1985). Coadyuvantes del frío en la conservación por refrigeración de frutas y hortalizas. Curso de aplicación del frío a los productos vegetales. Bogotá. (Colombia).
- R. D. SHARPLES (1982). Effect of ultra low oxygen conditions on the storage quality of english cox's orange pippin apples. In: Controlled atmosphere for storage an transport of perishable agricultural commodities, Richardson D.G. et M. Meheriuk, Edit. (1982). pp. 131-138.

# COMPOSICIÓN DEL SEMINARIO

Presidente: D. GUILLERMO VELARDE PINACHO

General de Brigada. Ingeniero Aeronáutico.
Catedrático de Física Nuclear.

Secretario 1.º: D. AMADOR LUIS CALAFAT TERRASA

Coronel de Artillería DEM.

Secretario 2.º: D. JOSÉ MARÍN ROJAS

Coronel de Infantería. Licenciado en Ciencias
Políticas y Sociología.

# Grupo de Trabajo «P» Recursos Alimentarios

Presidente: D. ANTONIO RAMÓN MARTÍNEZ FERNÁNDEZ Doctor en Veterinaria. Licenciado en Farmacia.

Vocales: D.ª TERESA ÁLVAREZ-MALDONADO PARAMÉS Licenciada en Ciencias Biológicas.

- D. PABLO GONZÁLEZ-POLA DE LA GRANJA Capitán Veterinario.
- D. EMILIO GONZÁLEZ NAVARRO

  Licenciado en Ciencias Políticas y Sociología.

  Licenciado en Ciencias de la Información.
- D. JUSTO NOMBELA MAQUEDA Doctor en Veterinaria.
- D. VICENTE PÉREZ RIBELLES

  Licenciado en Medicina. Médico Forense.
- D. JOSÉ LUIS DE LA PLAZA PÉREZ Doctor Ingeniero Agrónomo.

Las ideas contenidas en este trabajo son de responsabilidad de sus autores, sin que reflejen necesariamente el pensamiento del IEEE, que patrocina su publicación.



Colección Cuadernos de Estrategia

