



Facultad de Veterinaria  
Universidad Zaragoza



# Trabajo Fin de Grado en Ciencia y Tecnología de los alimentos

Efecto de los tratamientos culinarios sobre el valor nutritivo de los alimentos

Effect of culinary treatments on the nutritive value of food

Autor/es

Cristina Gil González

Director/es

Agustín Ariño Moneva y Consuelo Pérez Arquillué

Facultad de Veterinaria

2016

---

## ÍNDICE

1. Resumen .....	3
1.1. Resumen .....	3
1.2. Abstract .....	3
2. Introducción.....	4
3. Justificación y objetivos .....	4
4. Metodología (Materiales y métodos).....	5
5. Desarrollo (Resultados y discusión) .....	5
5.1. Procesos basados en la aplicación de calor .....	5
5.1.1. Influencia del calor sobre los diferentes nutrientes .....	6
5.1.2. Procesos culinarios .....	8
5.1.2.1. Escaldado .....	8
5.1.2.2. Asado.....	9
5.1.2.3. Horneado .....	11
5.1.2.4. Fritura.....	13
5.1.2.5. Microondas.....	18
5.2. Procesos basados en la aplicación de frío .....	22
5.2.1. Refrigeración .....	22
5.2.1. Congelación .....	24
5.3. Métodos químicos .....	26
5.3.1. Fermentación .....	26
5.3.2. Salado .....	27
5.3.3. Encurtidos .....	28
6. Conclusiones (and Conclusions) .....	28
7. Aportaciones en materia de aprendizaje.....	30
8. Bibliografía.....	31

## **1. RESUMEN**

El incremento del número de personas con índices de sobrepeso y obesidad que la sociedad ha experimentado en los últimos años, pone de manifiesto la gran necesidad que existe de difundir conocimientos sobre nutrición y dietética. De esta forma, se conseguirá evitar la alimentación desequilibrada en la que la sociedad está inmersa y en la que se abusa día tras día de alimentos con un alto contenido calórico pero con escaso valor nutritivo. El valor nutritivo de los alimentos puede verse afectado negativamente en distintos eslabones de la cadena alimentaria, tales como el almacenamiento, procesado y venta, así como en preparación culinaria doméstica y de restauración. El presente trabajo, centrado en las preparaciones culinarias, y a través de una revisión bibliográfica actualizada, muestra como los procesos de fritura y microondas, basados en la aplicación de calor, son los que mejor mantienen el valor nutritivo de los alimentos; la congelación, en los basados en la aplicación de frío, y la fermentación, en los métodos químicos, es un método que también mantienen adecuadamente el valor nutritivo. Si se difunden estos conocimientos entre la sociedad y se hace uso de ellos, las mermas en el valor nutritivo de los alimentos quedarán reducidas, pudiendo conseguirse así una mejora en la salud de la población.

The increase in the number of people with rates of overweight and obesity that society has experienced in recent years highlights the great need of disseminating knowledge on nutrition and dietetics. In this way, unbalanced diets in which society is immersed will be avoided and well as the daily abuse of foods with a high caloric content but with little nutritive value. The nutritive value of food may be affected negatively in different parts of the food chain, such as the storage, processing and sale, as well as domestic culinary preparation and restoration. This work, focused on the culinary preparations, and through an update review of literature, shows that frying and microwave, based on the application of heat processes, are the best to keep the nutritional value of foods; freezing, in the application of cold processes, and fermentation, in chemical methods, keep a suitable nutritive value too. If this knowledge is spread and used by society, losses in the nutritive value of food will be reduced and people's health will improve.

## **2. INTRODUCCIÓN**

La sociedad de hoy en día, víctima del sobrepeso y obesidad, sufre un aumento en el número de casos llegando a poner en riesgo la salud de los más jóvenes. La causa radica en la excesiva ingesta de comida rápida o comúnmente llamada “fast-food”, como hamburguesas, perritos calientes y similares, y de alimentos precocinados y listos para el consumo, desarrollados por el sector de la restauración y “foodservice”. Su elección como alternativa al cocinado de alimentos en el hogar, supone una ventaja si no se dispone de tiempo, puesto que es rápida, de fácil consumo, satisface gustos y preferencias, y es barata. Sin embargo, tiene un gran inconveniente, un perfil nutricional inadecuado a expensas de un alto contenido calórico. El valor nutritivo de los alimentos puede verse afectado negativamente en distintos eslabones de la cadena alimentaria, tales como el almacenamiento, procesado y venta, así como en preparación culinaria doméstica y de restauración. No obstante, la preparación culinaria, de restauración y el procesado, también aportan beneficios: eliminan microorganismos transmisores de enfermedades presentes en las materias primas; hacen los alimentos más agradables al paladar; facilitan su consumo y digestibilidad; aumentan su vida útil; y eliminan factores que actúan como agentes antinutritivos. Además, el grado en el que los macro y micronutrientes de los alimentos se van a ver afectados depende en gran medida del nutriente considerado, del alimento o sistema alimenticio particular, y de la mayor o menor intensidad de la preparación o proceso aplicado. Por ello, resulta de interés para la nutrición, ciencia de los alimentos y salud humana, tener una mejor comprensión de las consecuencias nutricionales que conllevan las preparaciones culinarias, de restauración y procesado, para optimizar la biodisponibilidad de nutrientes, minimizar la formación de compuestos dañinos para la salud, y reducir en la medida de lo posible los casos de malnutrición, sobrepeso y obesidad. De este modo, el objetivo de este trabajo es conocer, a través de una revisión bibliográfica actualizada, cómo los diferentes tratamientos culinarios pueden afectar al valor nutritivo y composición de los alimentos.

## **3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

Dada la importancia que tiene para la nutrición, ciencia de los alimentos y salud humana conocer las consecuencias nutricionales que conllevan las preparaciones culinarias, de restauración y procesado al lograr optimizar la biodisponibilidad de nutrientes, minimizar la formación de compuestos dañinos para la salud, y reducir en la

medida de lo posible los casos de malnutrición, sobrepeso y obesidad a los que se enfrenta la sociedad de hoy en día, el objetivo de este trabajo es, conocer a través de una revisión bibliográfica actualizada, como los diferentes tratamientos culinarios pueden afectar el valor nutritivo y composición de los alimentos. Para ello, sus objetivos específicos son conocer cómo influyen los procesos de escaldado, asado, horneado, fritura y microondas, todos ellos basados en la aplicación de calor, los procesos de refrigeración y congelación basados en la aplicación de frío y los métodos químicos de fermentación, salado y encurtido.

#### **4. METODOLOGÍA (MATERIALES Y MÉTODOS).**

La revisión bibliográfica se ha realizado en base a los siguientes criterios:

- Bases de datos: las disponibles a través de la Biblioteca de la Universidad de Zaragoza: Science Direct y Dialnet.
- Portales de Internet: los buscadores Google Académico y Microsoft Academic Search.
- Artículos de revistas científicas: Food Chemistry y Journal of Food Science.
- Artículos de libros científicos y de divulgación: *Nutritional Evaluation of Food Processing* (E. Karmas y R.S. Harris, 1988), *Alimentación y Dietoterapia* (P. Cervera, J. Clapés y R. Rigolfas, 2014), *Nutrición y Dietética para Tecnólogos de Alimentos* (R. Moreno, 2000), *Ciencia Bromatológica: Principios Generales de los Alimentos* (J.B. Gutiérrez, 2000), *Nutrición y Alimentación Humana: nutrientes y alimentos* (J. Mataix Verdú, 1998), *Tratado de nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos* (A. Gil, 2010) y *Processing Effects on Safety and Quality of Foods* (E. Ortega-Rivas, 2010).
- Palabras clave: combinación de palabras clave (kitchen, culinary treatments, home practices...)

La metodología usada ha consistido en la lectura de artículos científicos, publicaciones y libros relevantes para posteriormente extraer y comparar entre sí toda la información de utilidad para el trabajo.

#### **5. DESARROLLO (RESULTADOS Y DISCUSIÓN)**

##### **5.1 Procesos basados en la aplicación de calor**

La aplicación de calor sobre los alimentos, provoca modificaciones en los nutrientes que los componen. No obstante, estas modificaciones se producen en mayor o menor

medida según el proceso aplicado, por lo que la repercusión nutricional en cada uno de los nutrientes varía con el proceso empleado.

### **5.5.1 Influencia del calor sobre los diferentes nutrientes**

- **Cambios en las proteínas**

Desnaturalización: cambio de conformación desde su estado nativo a otros estados por la utilización de temperaturas superiores a 50-60 °C. Como consecuencia aumenta su reactividad, se forman o destruyen nuevos puentes disulfuro y hay una desaminación y oxidación de aminoácidos que ocasiona pérdidas notables en su valor nutritivo (Gil et al., 2010).

Isomerización de aminoácidos: el cambio de la forma L a D de los aminoácidos ocasiona una pérdida en el valor biológico de las proteínas, lo cual repercute negativamente en el valor nutricional de las mismas. No obstante, en los tratamientos térmicos que se dan a los alimentos, esta reacción solo afecta significativamente al ácido aspártico. Otra reacción distinta es la formación de enlaces no peptídicos por efecto del calor, como el compuesto llamado lisinoalanina, lo cual desde el punto de vista nutricional supone un descenso en el aminoácido esencial lisina (Gil et al., 2010).

Interacción proteína-proteína: reacciones que sufren los residuos de aminoácidos en ausencia de moléculas no proteicas que causa las mayores pérdidas de valor nutritivo en procesos como la parrilla o la plancha. En tratamientos en los que las temperaturas son muy elevadas como el asado, se produce la degradación de la cadena carbonada de aminoácidos (pirólisis) dando lugar a la formación de puentes entre ellas y viéndose así afectada la digestibilidad de las proteínas y la disponibilidad nutritiva de los aminoácidos (Gil et al., 2010).

Interacción proteína-hidrato de carbono: por un lado se produce la Reacción de Maillard, la cual destruye aminoácidos esenciales y disminuye la digestibilidad de los nutrientes. Puesto que incrementa notablemente con la temperatura, los procesos térmicos de horneado y fritura son los que más la favorecen, aunque puede llegar a producirse incluso a temperaturas de refrigeración. No obstante, otros factores como la composición química del alimento, pH, actividad de agua e iones metálicos influyen en su desarrollo. Los alimentos más susceptibles a ella son los derivados de cereales, frutas desecadas, leche y derivados lácteos, cacao y pescado. Por otro lado, se produce la

reacción de Strecker la cual genera polímeros pardos y productos olorosos que conllevan a la pérdida nutritiva (Gil et al., 2010).

Interacción proteína-lípido: los productos de la oxidación final de los lípidos pueden reaccionar con las proteínas influyendo en el valor nutritivo de los alimentos. En productos como el pescado estas interacciones son muy frecuentes debido al alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados que contiene, produciéndose principalmente en los procesos de cocción, asado y fritura (Gil et al., 2010).

Interacción proteína- vitaminas y minerales: a partir de 60 °C, como consecuencia de la reacción de Maillard, se generan pre-melanoidinas que reaccionan con la vitamina B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub> y ácido pantoténico degradándolas. Además otros productos generados inhiben la absorción de calcio (Gil et al., 2010).

- **Cambios en los hidratos de carbono.**

Destaca la reacción de Maillard, cuyos efectos han sido explicados anteriormente, y el aumento de la digestibilidad del almidón al desorganizarse la estructura del grano. Otro cambio es la caramelización de los azúcares por efecto del calor (Gil et al., 2010).

- **Cambios en los lípidos.**

Destaca la reacción de oxidación de los ácidos grasos que da lugar a productos secundarios responsables del enranciamiento oxidativo de las grasas. Se genera principalmente en procesos de fritura o asado debido a las elevadas temperaturas y se acentúa con el oxígeno atmosférico, luz e iones metálicos. En productos como el aceite produce pérdidas de vitaminas y compuestos antioxidantes.

También se produce la reacción de hidrogenación que produce cambios en el valor nutritivo del alimento, así como formación de ácidos grasos trans. La reacción de interesterificación altera la digestibilidad y absorción de los lípidos en la dieta (Gil et al., 2010).

- **Cambios en las vitaminas y minerales.**

Las vitaminas que se van a ver especialmente afectadas por efecto del calor son la vitamina A, ácido pantoténico y vitamina C. Sin embargo, la vitamina B<sub>12</sub>, tiamina,

riboflavina y vitamina B<sub>6</sub> se verán afectadas en mayor o menor medida según el pH del alimento. La niacina es la única que presenta gran resistencia al calor (Gil et al., 2010).

En cuanto a los minerales, las pérdidas se producen por el arrastre y disolución en aguas de lavado. Además, en el proceso de horneado se pueden hidrolizar los fitatos de los cereales liberando algunos minerales y mejorando su biodisponibilidad (Gil et al., 2010).

## **5.1.2 Procesos culinarios**

### **5.1.2.1 Escaldado.**

Tratamiento térmico con agua a 90-100 °C o vapor de agua a 120-130 °C durante 2 ó 10 minutos aplicado generalmente a frutas, verduras y hortalizas previo a la congelación, refrigeración, ahumado o enlatado, con el objetivo de lograr la inactivación de enzimas que provocan modificaciones en el color (pardeamiento enzimático), textura, aroma, gusto y valor nutricional, reducir la carga microbiana y ablandar los tejidos para facilitar la salida de gases y favorece así su envasado y conservación.

Las pérdidas nutricionales se producen principalmente en las vitaminas hidrosolubles y en algunos minerales debido al alto nivel en el que se encuentran en estos alimentos. De hecho, el ácido ascórbico se usa como un nutriente indicador de pérdida, la tiamina como un indicador de retención y la vitamina A como un indicador de pérdida de vitaminas liposolubles. Las causas son la lixiviación y daños térmicos (degradaciones oxidativas), en las que influyen los siguientes factores:

- a) Tiempo: varía en función del vegetal cocinado causando mayor o menor impacto en el contenido nutricional. El estudio realizado por los autores Eheart y Gott (1965) demostró menores retenciones de vitamina C (57,5%) en guisantes que en brócoli (76,6%) puesto que necesitan mayor tiempo de escaldado para cocerse (5 minutos y 1 minuto, respectivamente).
- b) Medio: el estudio realizado por los autores Odland y Eheart (1975) mostró mayores retenciones de vitamina C en brócoli escaldado con vapor de agua que con agua así como una mayor firmeza del alimento.

- c) Tamaño del alimento: aquéllos con una relación superficie/peso mayor se ven más afectados por el agua, tiempo y temperatura aplicada.
- d) Corte del alimento: cuanto más pequeños sean los trozos de un alimento, mayores pérdidas nutricionales debido a la mayor exposición de superficie con el medio.
- e) Permeabilidad del alimento: cuanto más permeable sea mayores pérdidas nutricionales sufrirá.
- f) Utensilio de cocina: cuando se emplean sartenes de acero inoxidable y aluminio disminuyen las pérdidas nutricionales a diferencia de las sartenes de cobre o latón. Brown y Fenton (1942) lo corroboraron mostrando mayores pérdidas de vitamina C en sartenes de cobre o latón (84% y 81% respectivamente) que en las de aluminio o acero inoxidable (71% y 66% respectivamente).

El estudio realizado por Krehl y Winters (1950) sobre el efecto que tiene el escaldado de vegetales con distintas cantidades de agua y sin agua (al vapor) en el contenido de vitamina C y carotenoides, concluye que hay mayores retenciones de vitamina C y carotenoides en el escaldado sin agua (70-80%) y menores retenciones en el cubierto con agua (50-60%). También obtuvieron datos de otras vitaminas como tiamina, niacina y riboflavina y de minerales como calcio, hierro y fósforo, siendo la pérdida de todos ellos mayor que la de carotenoides y menor que la de vitamina C. Sin embargo, el estudio realizado por Gordon y Noble (1964) no muestra tan buenas retenciones de vitamina C como las mostradas anteriormente (50-60%).

#### **5.1.2.2 Asado.**

Tratamiento térmico realizado a temperaturas entre los 170-200 °C, transferidas por radiación y convección en un horno o parrilla. En el horno hay muchas modalidades ya que los alimentos se pueden introducir sumergidos en agua, con adición de aceites y grasas o de forma natural para que se cuezan en su propio jugo.

Las pérdidas nutricionales en el asado a la parrilla han sido estudiadas por autores como Toepfer et al. (1955) concluyendo que se logran unas retenciones del 96,6% de proteína y 95,8% de grasa en filetes de ternera asados sin añadir grasa (ver Tabla 1).

Tabla 1. Retención (%) de proteína y grasa en líquido de descongelación, goteo y cocinado de varios cortes y formas de carne de ternera.

Corte o forma de ternera	Proteína			Grasa	
	Líquido de descongelación	Goteo	Cocinado	Goteo	Cocinado
<i>Cortes de ternera</i>					
Asado al horno	2,6	1,8	95,6	20,6	79,4
Puchero	2,5	7,6	89,9	31,1	68,9
A la parrilla	3,0	0,4	96,6	4,2	95,8
Filete suizo	1,6	14,7	83,7	39,2	60,8
En cubitos, estofado	3,1	-	96,9	-	100,0
<i>Ternera redonda</i>					
Hamburguesa	2,4	0,4	97,2	18,2	81,8
Pastel de carne	1,4	0	98,6	12,6	87,4

Noble (1964) analizó muestras de filetes de lomo y halló retenciones del 77% de tiamina y del 92% de riboflavina. Además, hizo comparaciones entre carne de vaca, cerdo y cordero, encontrando mayores retenciones de tiamina en carne de vaca y cerdo y mayores retenciones de riboflavina en carne de vaca.

En cuanto a las pérdidas nutricionales en el asado al horno, el estudio realizado por Toepfer et al. (1955) muestra retenciones del 95,6% de proteína y 79,4% de grasa en filetes de ternera asados sin añadir grasa (Tabla 1). Además, los autores Cover et al. (1949) realizaron un estudio para ver el efecto que tienen las altas temperaturas en la retención de vitaminas del grupo B en carne de vaca y cerdo. Los resultados reflejan una retención del 61% de tiamina en carne vaca con una temperatura interna de 80 °C y de un 47% con una temperatura interna de 98 °C mientras que en la carne de cerdo con una temperatura interna de 84 °C hay una retención de 64% de tiamina y con una temperatura interna de 98°C la retención es del 54%. En ambos productos, las temperaturas más bajas contribuyen a la retención total de riboflavina, niacina y ácido pantoténico (ver Tabla 2A y 2B).

Tabla 2A. Retención de vitaminas en ternera y cerdo después de su asado.

T° del horno, tipo y t° interna de la carne	Tiamina			Ácido pantoténico		
	Carne (%)	Goteo (%)	Total (%)	Carne (%)	Goteo (%)	Total (%)
Horno a 150°C						
Ternera a 80°C	61	6	67	73	20	93
Cerdo a 84°C	64	17	81	65	25	90
Horno a 205°C						
Ternera a 98°C	47		-	60		-
Cerdo a 98°C	54		-	63		-

Tabla 2B. Retención de vitaminas en ternera y cerdo después de su asado.

T° del horno, tipo y t° interna de la carne	Niacina			Riboflavina		
	Carne (%)	Goteo (%)	Total (%)	Carne (%)	Goteo (%)	Total (%)
Horno a 150°C						
Ternera a 80°C	76	16	92	75	16	91
Cerdo a 84°C	69	26	95	73	19	92
Horno a 205°C						
Ternera a 98°C	71			68		-
Cerdo a 98°C	67			69		-

### 5.1.2.3 Horneado

Tratamiento térmico a temperaturas entre los 120-250 °C, transferidas por radiación y convección en un horno. Como práctica culinaria se aplica en productos de masa como el pan, galletas, pizzas y bizcochos y otros como las patatas.

Las pérdidas nutricionales se producen principalmente en la corteza del producto al ser la zona donde mayores temperaturas se alcanzan y ser éstas el factor que más afecta. No obstante, también influyen otros factores como el tiempo, pH, humedad, luz, oxígeno, metales, oxidantes, enzimas y aditivos.

En los productos de masa, el tipo de harina usada va a tener gran influencia en el contenido nutricional del producto final. De hecho, Morgan (1960) calculó retenciones de siete vitaminas del grupo B del 80-95% en harina integral y del 15-60% en harina blanca.

Por otro lado, existen numerosos estudios centrados en los factores que afectan al contenido en tiamina. Así, los autores Briant y Hutchins (1946) mostraron una

reducción de tiamina del 84% en galletas al añadir polvos de horneado, sulfato de sodio o aluminio y fosfatos. En cambio, las retenciones de tiamina eran del 87%, 84%, 83% y 81% si en la composición de la masa de galletas se usaba leche fresca, leche evaporada, leche en polvo o agua, respectivamente. Maleki y Dagher (1967) estudiaron la influencia que tiene el pH del producto concluyendo que se producen unas pérdidas de tiamina entre el 7-24% en pan blanco enriquecido y pH ácido, las más altas en comparación con otras vitaminas como la niacina y riboflavina. En cambio, Ranhotra et al. (1980) demostraron que a pH básico las pérdidas de tiamina alcanzan el 90% y la niacina y riboflavina se mantienen estables. Los autores Morgan y Frederick (1935) y Zaehring y Personius (1949) estudiaron la influencia que tiene la temperatura y tiempo de horneado concluyendo que en el pan las mayores pérdidas de tiamina (35%) se producen en el que tiene la corteza más dorada y en cambio, la niacina y riboflavina se mantienen estables.

En cuanto al contenido de carotenoides y vitamina C, el estudio realizado por Spiers et al. (1945) muestra unas retenciones menores en patatas horneadas que en hervidas siendo del 76% y 90% en carotenoides y del 96% y 110% en vitamina C respectivamente. En un estudio realizado por Pelletier et al. (1977) en el que se cocinan patatas con distintos métodos, se corrobora lo anterior mostrando una retención de vitamina C del 30% en patatas horneadas mientras que en patatas hervidas es del 80%. A estas mismas conclusiones llegan los autores Hallberg et al. (1982) quienes obtienen pérdidas del 76% y 87% de vitamina C en comidas cuya base eran hamburguesas horneadas durante 4 horas a 75 °C (ver Tabla 3).

Tabla 3. Efecto del calentamiento prolongado de comidas en el contenido de vitamina C

<b>Comidas</b>	<b>Contenido (mg)</b>	<b>Pérdidas (%)</b>
A	112 ± 4	76
B	48 ± 3	87

En los minerales, puede verse afectada su absorción/ utilización si las altas temperaturas rompen los complejos que forman con proteínas u otros minerales, como es el caso de la oxidación del hierro, la cual afecta a su absorción y valor biológico. Sin embargo, la hidrólisis de fitatos, estudiada por los autores Ranhotra et al. (1974), muestra una mejor absorción de fósforo.

Por otro lado, los autores Mondy y Ponnampalm (1983) mostraron en patatas horneadas un movimiento de potasio (14-23%), fósforo (2-9%) y hierro (2-8%) hacia el interior de los tejidos.

Ácidos grasos como el linoléico, en condiciones extremas pueden convertirse en hidroperóxidos inestables por la acción de lipooxigenasas quedando alterado su valor nutritivo, así como el de vitaminas liposolubles.

#### **5.1.2.4 Fritura.**

Tratamiento térmico que emplea como fuente de calor un lípido (grasa o aceite) a una temperatura entre los 160-180 °C que va a actuar como transmisor de calor produciendo un calentamiento rápido y uniforme del producto. Se caracteriza por su corta duración, unos 5 minutos aproximadamente, mantener la temperatura interior del alimento por debajo de los 100 °C y pasar a formar parte de él en unas cantidades que oscilan entre el 10-40%. Existen tres tipos de fritura:

- Plancha: se usa una sartén con una mínima cantidad de grasa o aceite (3-4 cucharaditas, depende del alimento) previamente calentado, pero suficiente para evitar que el alimento se adhiera cuando sea añadido. No hay agitación. Usado principalmente en piezas finas de alimentos como filetes de carne o tortillas.
- Salteado: se usa una sartén con una cantidad de grasa o aceite mínima (3-4 cucharaditas, depende el alimento) y en constante agitación. Aplicado a piezas pequeñas o medianas de alimentos como verduras y pescados.
- Frito: se usan freidoras o recipientes profundos con una capacidad variable en la que los alimentos quedan totalmente sumergidos en el aceite. La relación producto: aceite es entre 1:6 y 1:10, por lo que por cada gramo de alimento deben adicionarse de 6 a 10 ml de aceite. Los alimentos empleados suelen estar empanados para formar una capa protectora entre el alimento y la grasa.

El lípido empleado en la fritura puede ser una grasa como mantequilla, margarina y manteca, o un aceite como el de girasol y el de oliva, siendo este último el más empleado de los dos y conocido tradicionalmente en el mundo mediterráneo como alimento base de la dieta mediterránea. Hay que controlar la temperatura crítica de cada aceite (punto de humo) con un termostato u observando su oscurecimiento.

El proceso consta de dos fases. En la primera fase, se produce una salida y vaporización del agua que impide que el aceite penetre en el interior del alimento y no se dañe térmicamente al mantener la temperatura interior inferior a 100°C.

En la segunda fase, se produce la entrada de aceite en el alimento, el cual si es graso expulsará al mismo tiempo parte de su grasa al exterior.

Además, durante el desarrollo de la fritura tienen lugar numerosas reacciones, entre las que destacan:

- Autooxidación de ácidos grasos insaturados en la que el oxígeno y la temperatura del aceite tienen una gran influencia (etapas de iniciación, propagación y finalización)
- Ciclación y polimerización de compuestos favorecida por los radicales libres formados en la autooxidación.
- Alteraciones hidrolíticas de triglicéridos oxidados, dando lugar a monoglicéridos, diglicéridos, glicerol y ácidos grasos libres.

Todas estas reacciones y cada una de las fases en las que se divide el proceso, van a contribuir a que el alimento se vea afectado nutricionalmente.

El contenido lipídico total aumenta, aunque no en todos los alimentos por igual puesto que la cantidad de aceite o grasa que absorben depende de factores como el contenido de agua del alimento, tamaño o superficie de contacto, cobertura del alimento y pretratamientos. De hecho, los autores Makinson et al. (1987) compararon la absorción de grasa en alimentos de origen animal y vegetal fritos a 175 °C y concluyeron que los alimentos de origen vegetal por su mayor contenido en agua y menor contenido lipídico absorben más grasa que los de origen animal (ver Tabla 4). Fillion et al. (1998) lo explicaron argumentando que durante la fritura el espacio intracelular de los tejidos de los alimentos de origen animal está lleno de fluidos que no permiten retener la grasa, mientras que el de los alimentos de origen vegetal está lleno de aire y por tanto tiene una gran capacidad para retener la grasa.

Tabla 4. Cantidad de grasa absorbida por distintos alimentos fritos en abundante grasa a 175°C

<b>Alimentos de origen vegetal</b>	<b>G grasa/100g de peso seco</b>	<b>Alimentos de origen animal</b>	<b>G grasa/100g de peso seco</b>
Pan blanco	+56,3	Carne de vaca	+7,2
Champiñones	+74	Muslo de pollo	+9,1
Cebolla	+34,5	Carne de cerdo	+6,8
Patatas	+18,7	Salchicha de vaca	-11,6

La ganancia de grasa en alimentos regulares y bajos en grasa fue estudiada por Sheard et al. (1998) concretamente en salchichas y hamburguesas concluyendo que se producen unas ganancias de grasa mayores en las salchichas y hamburguesas bajas en baja que las normales (ver Tabla 5).

Tabla 5. Cantidad de grasa en algunos alimentos regulares y bajos en grasa después de fritos

<b>Alimento</b>	<b>% Grasa</b>	
	<i>Cruda</i>	<i>Frita</i>
Salchicha de cerdo	23,0±0,3	19,4±0,1
Salchicha de cerdo y vaca	20,7±0,3	13,8±0,2
Salchicha baja en grasa	8,7±0,2	9,4±0,1
Hamburguesa 100% de vaca	27,4±0,8	15,8±1,2
Hamburguesa de vaca baja en grasa	7,5±0,2	11,3±0,1

Además, el tiempo y periodo de fritura van a ser factores determinantes. Ngadi et al. (2007), en su estudio realizado en nuggets de pollo, concluyen que cuanto mayor es el tiempo de fritura mayor es la ganancia de grasa. Aguilera et al. (2000) y Bouchon et al. (2001) coinciden en que se producen unas mayores ganancias de grasa durante el periodo de enfriamiento que durante la fritura, siendo de un 65% y 15-20% respectivamente, debido a que en el enfriamiento los poros del alimento están mucho más abiertos y por tanto la grasa puede penetrar más fácilmente que durante la inmersión. El resto de la grasa o aceite se mantiene en la superficie o en los poros de la estructura crujiente.

Por otro lado, los ácidos grasos  $\omega$ -3 (DHA y EPA), muy frecuentes en pescados como el salmón, atún, trucha y arenque, sufren una disminución significativa excepto en la trucha (Gladyshev et al, 2007). Según Shantha et al. (1994), el contenido de ácido linoléico conjugado (CLA) aumenta durante la fritura de carne de vaca, lo cual se debe posiblemente a la deshidratación de la carne.

La cantidad de ácidos grasos trans presentes en los alimentos depende de la temperatura que alcanza la superficie del alimento y del número de frituras realizadas con un mismo aceite (Ascherio, 2002).

En cuanto a las vitaminas hidrosolubles, según Moreno et al. (2007), sufren menores pérdidas si se comparan con técnicas más propensas a ello como el escaldado y horneado, ya que el alimento no alcanza los 100 °C en su interior durante la primera fase del proceso, el tiempo es corto y la costra que se crea con su empanado retiene los líquidos en su interior (ver Tablas 6,7 y 8). No obstante, de todas ellas, la tiamina es la que mayores pérdidas sufre (ver Tabla 9).

Tabla 6. Pérdidas (%) de actividad de vitaminas hidrosolubles por el hervido de alimentos.

<b>Hervido</b>	<b>C</b>	<b>B<sub>1</sub></b>	<b>B<sub>2</sub></b>	<b>B<sub>3</sub></b>	<b>B<sub>5</sub></b>	<b>B<sub>6</sub></b>	<b>B<sub>8</sub></b>	<b>B<sub>9</sub></b>	<b>B<sub>12</sub></b>
Cereales	-	40	40	40	40	40	40	50	-
Verduras	45	35	20	30	-	40	-	40	-
Frutas	25	25	25	25	25	20	25	80	-
Carne	-	60	30	50	40	50	-	30	-
Pescado	-	10	0	10	20	0	10	0	0
Huevos	-	5	20	5	15	15	-	30	-
Leche pasteurizada	25	10	0	-	10	0	-	5	0
Leche esterilizada	60	20	5	-	10	20	-	30	20
Leche UHT	30	10	0	-	10	10	-	20	5

Tabla 7. Pérdidas (%) de actividad de vitaminas hidrosolubles por el asado de alimentos.

<b>Asado-horneado</b>	<b>C</b>	<b>B<sub>1</sub></b>	<b>B<sub>2</sub></b>	<b>B<sub>3</sub></b>	<b>B<sub>5</sub></b>	<b>B<sub>6</sub></b>	<b>B<sub>8</sub></b>	<b>B<sub>9</sub></b>	<b>B<sub>12</sub></b>
Cereales	0	25	15	5	25	25	0	50	-
Verduras	50	20	20	20	20	20	20	50	-
Carne	20	20	20	20	20	20	10	50	20
Pescado	-	30	20	20	20	10	10	20	10
Huevos	-	15	15	5	25	25	-	50	-
Lácteos	-	25	15	5	25	25	-	50	-

Tabla 8. Pérdidas (%) de actividad de vitaminas hidrosolubles por la fritura/tostado de alimentos.

<b>Fritos-tostados</b>	<b>C</b>	<b>B<sub>1</sub></b>	<b>B<sub>2</sub></b>	<b>B<sub>3</sub></b>	<b>B<sub>5</sub></b>	<b>B<sub>6</sub></b>	<b>B<sub>8</sub></b>	<b>B<sub>9</sub></b>	<b>B<sub>12</sub></b>
Cereales	-	15	-	-	-	-	-	-	-
Verduras	30	20	0	0	-	25	-	55	-
Carne	20	20	20	20	20	20	10	-	20
Pescado	20	20	20	20	20	20	10	0	0
Huevos	-	5	20	5	15	15	-	30	-
Lácteos	50	20	-	-	20	20	-	50	-

Tabla 9. Porcentaje de retención de algunas vitaminas por fritura

<b>Vitamina</b>	<b>Alimentos</b>	<b>% Retención</b>
C	Varios vegetales	57-77
Tiamina	Carne de pollo	28,2-45,8
Riboflavina	Carne de pollo	46-79
Folato	Vegetales de hoja	43-100
Folato	Otros vegetales	100
Folato	Hígado de vaca	50
B <sub>6</sub>	Carne de pollo empanada	95
B <sub>12</sub>	Carne de vaca	100

Los autores Bognár et al. (1988) señalaron unas pérdidas de vitamina C del 5-30% en patatas fritas, del 30% en patatas hervidas y 76% en patatas estofadas y, además, mostraron cómo la actividad del enzima peroxidasa presente en la materia prima influye en el nivel de pérdida, ya que en productos como las patatas, croquetas y tortitas donde apenas existe actividad, las retenciones de vitamina C son próximas al 100%.

En las vitaminas liposolubles, los autores Al-Saghir et al. (2004) concluyen que independientemente del tipo de aceite y tiempo de fritura se retienen un 90% mientras que Simonne et al. (1998) y Juárez et al. (2004) mostraron incrementos de vitamina E en camarones empanadas y nuggets de pollo, salmón y vaca (ver Tabla 10).

Tabla 10. Absorción de vitamina E en alimentos.

<b>Alimentos</b>	<b>Vitamina E ( mg-TE/100 g)</b>
Patatas crudas	0,06
Patatas fritas en aceite vegetal	0,3
Patatas a la francesa	1,00
Patatas fritas congeladas fritas en aceite de maíz	3,27
Patatas fritas caseras fritas en aceite de maíz	4,90
Nugget de pollo	4,6
Nugget de pollo frito	4,9
Camarones empanados crudos	0,6
Camarones empanados fritos en aceite no fortificado	5,1
Camarones empanados fritos en aceite fortificado con palmitato de retinil	5,8

En las proteínas, el estudio realizado por Moreiras-Varela et al. (1988) muestra cómo en patatas, carne y pescado quedan retenidas entre un 95-100% y en la carne de cerdo, vaca, merluza y pez espada no hay cambios en su digestibilidad (ver Tabla 11).

Tabla 11. Coeficiente de digestibilidad de proteínas en alimentos crudos y fritos.

Estado	Vaca	Cerdo	Albóndigas	Merluza	Pescado	Bolas de pescado
Crudo	0,93	0,92	0,90	0,92	0,94	0,92
Frito	0,93	0,92	0,88	0,92	0,96	0,89

En los hidratos de carbono, según Bognár (1988) no existen modificaciones quedando retenidos entre el 95-100% de los mismos, mientras que Thed et al. (1995) concluyen con una conversión de los almidones a resistentes, lo cual implica una disminución en su digestibilidad.

En los minerales, el estudio realizado por Bognár (1988) muestra que existen variaciones de pérdida ya que en alimentos como las patatas hay unas pérdidas del 1% mientras que en carne de vaca alcanzan el 26%. Concretamente, Juárez et al. (2004) muestran unas retenciones de calcio y cobre del 97% en carne de vaca empanada y del 75% de zinc, conclusión aportada igualmente por Moreno et al. (2007) en brócoli. Además, según estudios realizados por Quiles et al. (1999) aparecen compuestos secundarios nocivos para la salud que van a pasar al interior del alimento o serán absorbidos por el mismo. Por el contrario mejora el perfil de ácidos grasos del alimento sobre todo si éste es rico en grasa saturada como la carne y se enriquece en compuestos presentes en menor cantidad en el aceite pero de gran interés nutricional como antioxidantes, vitamina E, compuestos fenólicos y  $\Delta$ 5-avenasterol. No obstante, estos compuestos minoritarios sufren cierta reducción a causa del calor, oxígeno y luz.

#### 5.1.2.5 Microondas.

Radiaciones electromagnéticas de baja energía generadas por un magnetrón que transforma la energía eléctrica en electromagnética. Al ser de tan baja energía no se generan radicales libres que puedan formar compuestos que afecten a las características organolépticas del alimento o que sean tóxicos para la salud. Tiene la ventaja de ser muy rápido, de hecho, un estudio realizado por los autores Bowers et al. (1974), demuestra como la carne puede ser cocinada 4 ó 5 veces más rápido que en un horno convencional aunque no se consiguen los efectos superficiales del horneado o tostado.

Como técnica culinaria se usa principalmente para precocinar, escaldar y descongelar con una frecuencia de 2450 MHz (Regier et al., 2010).

La temperatura empleada depende de la composición, medida, forma y estructura del alimento, siendo la humedad, los sólidos y el contenido en sales, los que determinan el grado de penetración, el cual llega a los 10-15 mm en la mayoría de los alimentos. No obstante, alimentos con mayor extracto seco sufren una mayor penetración que los líquidos.

Si se comparan los efectos sobre el valor nutritivo de los alimentos con otros tratamientos térmicos, son iguales o menores que ellos puesto que dependen de la intensidad del tratamiento (tiempo-temperatura). Así pues, existen numerosos estudios que lo demuestran.

Sobre el contenido de humedad, el estudio realizado por Lakshmi et al. (2007) en el arroz, muestra menor tiempo de cocción y unos niveles de humedad constantes, excepto en la superficie a causa de la evaporación superficial. Los autores Moore et al. (1980) en su estudio comparativo entre el cocinado de filetes de ternera en un horno convencional y microondas, demostraron también que en el microondas se producen pérdidas de humedad en la superficie de los filetes, lo cual conlleva a pérdidas de ternura y jugosidad.

En cuanto a los lípidos, Janicki y Appledorf (1974), comparan el cocinado de empanadas de ternera a la plancha, asadas y con microondas observando una mayor disminución de los ácidos grasos saturados en el microondas, ya que a diferencia del resto de técnicas no se forma una costra dorada en la superficie que impida su salida por goteo; en cambio, los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) permanecen constantes al formar parte de los fosfolípidos que integran su estructura. Además observaron que el microondas mantiene las concentraciones de colesterol en la carne tratada si se comparan con los de filetes de ternera crudos (ver Tabla 12). Resultados similares son los obtenidos por los autores Stephen et al. (2010) quienes realizaron un estudio en el atún con el que corroboraron lo sucedido anteriormente en los PUFA ya que sus pérdidas tan solo fueron de un 25-30% en comparación con el 75-80% de pérdidas que se producían en la fritura.

Tabla 12. Efecto del método de cocinado en los lípidos de filetes de ternera empanados

<b>Método de cocinado</b>	<b>Grasa cruda (g)</b>	<b>Colesterol (mg)</b>
Crudo	18,1±3,0	77±11
Asado a la parrilla	10,0±1,0	63±12
Frito	10,5±1,2	62±14
Microondas	8,0±1,0	70±17
Asado a la parrilla-congelado-microondas	8,9±1,2	61±11

La influencia de este tipo de radiaciones sobre las vitaminas, ha sido abordada por diferentes equipos de investigación. Los autores Thomas et al. (1949) estudiaron filetes de ternera y cerdo empanados revelando unas pérdidas de tiamina de tan solo 9-23% en comparación con el 21-45% de pérdidas que se producen en un horno tradicional. Sin embargo, la niacina y riboflavina se mantienen estables. Los autores Alajaji y El-Adawy (2006) concluyen con los mismos resultados. En pechugas de pollo, los estudios realizados por los autores Wing y Alexander (1972) y Hall y Lin (1981), concluyen que hay mayores retenciones de vitamina B<sub>6</sub> con el uso de microondas que con el horno tradicional (ver Tabla 13). Sin embargo, los autores Bowers et al. (1974) en su estudio en pechugas de pavo mostraron unas pérdidas muy similares de vitamina B<sub>6</sub> con el uso de microondas y horno convencional.

Tabla 13. Retención de tiamina en pechugas de pollo cocinadas al microondas y con horno

<b>Muestra</b>	<b>Método de cocinado</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Tiamina (% de retención)</b>
Carne blanca	Horno eléctrico	121	120	75,5
Carne oscura		121	120	68,1
Carne blanca		204	45	83,2
Carne oscura		204	45	70,0
Carne blanca	Microondas, 800W	-	10	85,1
Carne oscura		-	10	70,1

Singh et al. (1996) aplicando el tratamiento de microondas para escaldar muestras de vegetales muestran una mayor retención de vitamina C, clorofila y color así como una reducción de tiempo de tratamiento y energía. Klein et al. (1981) y Mabesa y Baldwin (1979) comparan las pérdidas de vitamina C y folatos producidas con el microondas y escaldado mostrando mayores retenciones de vitamina C con el microondas y variaciones casi inapreciables de folatos por ambos métodos excepto en el brócoli (ver Tabla 14). Todo ello fue corroborado por los autores M.N. Ramesh et al.

(2002) en espinacas, pimientos y zanahorias, concluyendo que con el uso del microondas se generan menores pérdidas de vitamina C y carotenoides que con el escaldado tradicional, pero mayores pérdidas de peso.

Tabla 14. Comparación de los efectos del cocinado en microondas y convencional en la retención de vitaminas en vegetales.

<b>Alimento</b>	<b>Método de cocinado</b>	<b>T<sup>a</sup> (°C)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Nutriente</b>	<b>Retención (%)</b>
Espinacas frescas	Convencional	100	7	Ácido ascórbico	51
	Microondas	-	6,5	Folatos	77
Guisantes congelados	Convencional	100	8	Ácido ascórbico	47
	Microondas	-	5-10	Folatos	100
Hojas de espinacas congeladas	Convencional	100	10	Ácido ascórbico	71
	Microondas	-	8	Folatos	72-100
Judías verdes congeladas	Convencional	100	9	Folatos	81
	Microondas	-	8,5	Folatos	85
Brócoli congelado	Convencional	100	5	Folatos	100
	Microondas	-	8	Folatos	100

En productos de panadería como el pan un estudio realizado por Summu et al. (2007) en el que se compara el efecto del horneado de forma tradicional y con microondas concluye, que con el uso del microondas no se pueden alcanzar los mismos niveles de tostado superficial ni le aporta mejor calidad, lo cual coincide con la investigación realizada por Ozkoc et al. (2009) en el que se muestran cambios como la baja humedad y viscosidad, alta dureza y retrogradaciones. Sin embargo, Alajaji y El-Adawy, (2006) muestran menores pérdidas en las vitaminas del grupo B, una mayor digestibilidad de proteínas in vitro, la reducción de factores antimicrobianos y un incremento del valor nutricional.

## **5.2. Procesos basados en la aplicación de frío.**

### **5.2.1 Refrigeración.**

Técnica culinaria de conservación con la que se baja la temperatura (entre 0-8 °C) de los alimentos para enfriarlos y prolongarles su vida útil. Debe combinarse con otras técnicas de conservación para mejorar la seguridad y calidad de los alimentos. Los equipos empleados para ello en el ámbito doméstico suelen trabajar a temperaturas entre 1-5 °C, mientras que los industriales llegan hasta los -3 °C y -7 °C.

Los principales deterioros no microbiológicos que sufren los alimentos en refrigeración son la oxidación lipídica y reacciones bioquímicas catalizadas por enzimas como la lipólisis, glucólisis y proteólisis. La oxidación lipídica reduce la vida útil de alimentos grasos al cambiar su color y apariencia, desarrollar rancidez y olores desagradables, destruir nutrientes y generar productos tóxicos en algunos casos.

En los productos cárnicos, la oxidación lipídica, más frecuente en animales con un alto contenido en ácidos grasos insaturados como el cerdo y pollo, causa olores desagradables durante el cocinado posterior y sabores a recalentado más o menos intensos dependiendo del grado de insaturación de la grasa (Savell et al, 2005; Byrne et al, 2002). Los productos más afectados son los empanados de carne, hamburguesas y nuggets (Mielnik et al, 2006-2008; Jayathilakan et al, 2007).

En el pescado, la oxidación lipídica también es más frecuente en especies con un alto contenido en ácidos grasos insaturados. Provoca pérdidas nutricionales significativas en proteínas con aminoácidos azufrados. En algunas especies, la ruptura del óxido de trimetilamina (TMAO) y formación de dimetilamina y formaldehído (FA), son los responsables de texturas indeseables y cambios organolépticos, causando la desestabilización y agregación de proteínas. Los productos resultantes de la oxidación generan cambios en la matriz proteica de los músculos afectando a la solubilidad de las proteínas y textura muscular (Santos-Yap, 1996). Además, el hielo empleado para reducir las reacciones enzimáticas y microbianas que se producen tras su captura, produce ganancias o pérdidas de peso más o menos significativas dependiendo de la especie de pescado. Las pérdidas de peso llevan asociada la pérdida de proteínas y compuestos del sabor por lixiviación, mientras que las ganancias de peso se asocian con la absorción de sal, decoloración y producción de malos olores.

En las frutas y verduras refrigeradas, la oxidación lipídica destruye pigmentos y vitaminas afectando a su apariencia, sabor agradable y valor nutritivo. La pérdida de vitamina C, estudiada por Eheart y Odland (1972), varía según el vegetal, siendo por ejemplo mayor en guisantes almacenados a 2 °C que en el brócoli. Las pérdidas de vitaminas del grupo B contenidas en granos, harinas y legumbres secas se minimizan si el almacenamiento en refrigeración es adecuado (Curran y Erdman, 1980). No obstante, las pérdidas son menores que en el almacenamiento a temperatura ambiente. Wilbert et al. (1998), compararon las pérdidas de vitamina C producidas en espárragos almacenados en refrigeración y a temperatura ambiente, concluyendo con unas pérdidas del 50% a los 12 días a 0 °C y del 50% a temperatura ambiente durante 1 día.

Además sufren los llamados daños por frío, cuyos síntomas, manifestados por debajo de 15 °C, son la pérdida de agua, decoloración, desarrollo de olores desagradables, aceleración o pérdida de maduración y aumento de la senescencia (Tabil y Sokhansanj, 2001; Singh y Anderson, 2004). Erdman y Erdman (1982), sugieren no refrigerar vegetales de raíz como patatas o cebollas puesto que el frío y la humedad dificultan la retención de nutrientes.

En los productos lácteos, la oxidación lipídica origina rancidez oxidativa bajo la presencia de oxígeno. Además, sufren reacciones de proteólisis y lipólisis que ocasionan rancidez. En el contenido vitamínico se ha demostrado que los factores luz y oxígeno tienen una gran influencia. Gregory (1975) observó que en leche refrigerada y expuesta a la luz durante 2 horas, se producían pérdidas de riboflavina del 50% por la acción de catalizadores, quienes a su vez daban lugar a la formación de lumicromo y lumiflavina, unos compuestos que actúan como catalizadores en la destrucción de vitamina C. Además, la leche adquiriría un sabor a oxidado debido a la reacción que se producía entre la riboflavina y los compuestos aminosulfuro.

En los huevos, Evans et al. (1951-1953) mostraron pérdidas significativas de niacina, vitamina B<sub>6</sub>, riboflavina, ácido fólico y vitamina B<sub>12</sub> en huevos almacenados durante 3-12 meses (ver Tabla 15).

Tabla 15. Pérdidas de vitaminas en la cáscara de huevos en refrigeración

Vitaminas	Huevos frescos	3 meses	Pérdida (%)	6-7 meses	Pérdida (%)	12 meses	Pérdida (%)
Niacina mg/g	0,66	0,6	9	0,54	18	-	-
Colina mg/g	14,9	14,4	0	15,4	0	14,9	0
Vitamina B <sub>6</sub> µg/g	2,52	2,06	18	1,78	29	1,34	47
Riboflavina µg/g	3,49	3,32	5	2,93	16	3,07	14
Ácido pantoténico µg/g	12,5	11,7	6	11,7	6	11,8	6
Ácido fólico ng/g	94	93	0	80	16	74	27
Biotina ng/g	225	244	0	220	0	228	0
Vitamina B <sub>12</sub> ng/g	6,54	6,07	7	6,17	5	5,03	23

### 5.2.2 Congelación.

Técnica culinaria de conservación en la que se desciende la temperatura del alimento hasta los -18 y -30 °C. Consta de tres etapas: congelación, almacenamiento en congelación y descongelación. Es considerado uno de los mejores métodos para preservar el valor nutritivo, aunque durante la etapa de almacenamiento y con un inadecuado sistema de congelación, almacenamiento, descongelación o envasado pueden producirse pérdidas (Berry et al, 2008).

Los factores que afectan a las pérdidas nutricionales son:

- a) Fluctuaciones de temperatura: originan pérdidas de vitaminas significativas en la carne pero muy pequeñas en los vegetales (Ang, 1981).
- b) Tiempo de almacenaje: los tiempos largos de almacenado repercuten negativamente en el contenido de vitaminas y minerales tanto en la carne como en los vegetales (Ang, 1981).
- c) Tamaño de corte: los cortes grandes de piezas hacen que el área superficial expuesta sea menor y que por tanto haya mayores retenciones nutricionales (Ang, 1981).
- d) Método de descongelación: si hay mucho goteo provocará grandes pérdidas de vitaminas, proteínas solubles y minerales, quedando retenidos en el líquido de goteo (Ang, 1981).

En los productos cárnicos se produce la oxidación lipídica, la cual es más acusada en carnes con un alto contenido en ácidos grasos insaturados como las de cerdo y pollo. Además se desnaturalizan las proteínas, lo cual apenas afecta a su valor

nutritivo y digestibilidad, pero modifica su funcionalidad quedando alteradas las características estructurales. De hecho, la retención de humedad y pérdidas por goteo producidas durante el cocinado y descongelación posterior van a quedar afectadas, produciéndose pérdidas de vitaminas hidrosolubles, proteínas y minerales que alcanzan el 5% (Bender, 1992).

En el pescado también se produce la oxidación lipídica, siendo más acusada en especies con un alto contenido en ácidos grasos insaturados. Los productos resultantes de la oxidación como dimetilamina y formaldehído causan la desestabilización y agregación de proteínas musculares así como reacciones de oxidación que provocan pérdidas nutricionales significativas (Santos-Yap, 1996).

Las frutas y hortalizas apenas sufren pérdidas nutricionales en congelación. Las vitaminas y minerales que se pueden perder en las distintas etapas de la congelación quedan retenidas en el líquido de exudado, el cual si es consumido se evitan las pérdidas sufridas (Fellows, 2000). Hunter y Fletcher (2002), compararon las pérdidas de vitamina C producidas en frutas y hortalizas durante la etapa de almacenamiento en congelación, el almacenamiento en refrigeración y a temperatura ambiente. De los resultados obtenidos concluyen que los descensos son menores en el almacenamiento en congelación. Es llamativo el incremento producido en guisante, consecuencia probablemente de cambios en el contenido de humedad (ver Tabla 16 y 17).

Tabla 16. Pérdidas de vitamina C (%) durante el almacenamiento a temperatura ambiente, refrigeración y congelación de vegetales.

Mercancía	Fresco			Congelado		Autores	Año
	Tiempo (días)	T° (°C)	Pérdida (%)	Tiempo (meses)	Pérdida (%)		
Brócoli	21	4	13	12	50	Howard et al.	1999
			48				
Zanahorias	84		5		0		
			10		50		
Judías verdes	16		90		45		
	-	-	-	6	4	Weits et al.	1970
Guisantes	-	-	-				
	21	4	40	1	+20	Hunter y Fletcher	2002
	7	20	60	-	-		
Espinacas	21	4	75	1	0		
	4	20	100	-	-		
	-	-	-	6	26	Wets et al.	1970

Tabla 17. Pérdidas de vitamina C (%) durante el almacenamiento en refrigeración y congelación de vegetales.

<b>Mercancía</b>	<b>Fresco, 20 °C, 7 días</b>	<b>Fresco, 4 °C, 7 días</b>	<b>Congelado, -20 °C, 11 meses</b>
Brócoli	56	0	10
Zanahoria	27	10	-
Judías verdes	55	77	20
Guisantes	60	15	10
Espinacas	100	75	30

### 5.3. Métodos químicos:

#### 5.3.1 Fermentación.

Técnica culinaria empleada en numerosos alimentos (ver Tabla 18) con la que se logra ampliar su variedad y prolongar el uso de materias primas perecederas al ser transformadas en otras más estables

Tabla 18. Aplicaciones industriales de fermentaciones alimentarias.

<b>Microorganismos</b>	<b>Materias primas</b>	<b>Alimentos fermentados</b>	
Bacterias ácido-lácticas	Carnes	Embutidos	
	Leche	Quesos Cheddar, Edam y Gouda	
	Verduras y frutas		Aceitunas de mesa
			Chucrut (col fermentada)
			Encurtidos de pepinos
			Dátiles madurados
			Café tostado
Bacterias ácido-lácticas + otros tipos de microorganismos	Leches	Quesos Gruyere y Emmental	
		Kéfir ( con levaduras)	
		Quesos enmohecidos	
	Pescados	Salsas de pescado	
	Uvas	Vinos	
	Cebada	Cervezas	
	Manzana	Sidras	
	Melazas	Ron	
	Arroz	Sake	
	Trigo	Pan	
Soja	Salsa de soja ( con mohos)		

Las principales fermentaciones alimentarias son la alcohólica, homoláctica, heteroláctica, acética y propiónica.

Las pérdidas nutricionales son escasas, incluso en muchas ocasiones el valor nutritivo aumenta como consecuencia de la degradación de proteínas, síntesis de péptidos con actividad funcional y vitaminas por la actuación de microorganismos, mayor digestibilidad de proteínas desnaturalizadas/hidrolizadas y biodisponibilidad de minerales.

En las proteínas, sobre la repercusión que tiene en su contenido, existen estudios donde se muestra el ligero incremento que se produce en alimentos como tempeh (producto fermentado de soja) lo cual se debe posiblemente a la pérdida de otros compuestos durante el proceso (Murata et al, 1967). Estos resultados son coincidentes con los hallados por Alm (1982) en su estudio en la leche mientras que Rao et al. (1982) observó descensos.

En cuanto a la repercusión en la cantidad y disponibilidad de aminoácidos esenciales, principalmente lisina y aminoácidos azufrados, fue estudiada por los autores Wang et al. (1968) y Kao y Robinson (1978) concluyendo que apenas se producen cambios. Sin embargo, los autores Rao et al. (1982) observaron que en productos lácteos como la leche se producían descensos de lisina del 40% mientras que en la mantequilla incrementaba.

Las repercusiones vitamínicas, se han tratado en distintos estudios revelando incrementos de riboflavina, niacina, ácido fólico, tiamina, vitamina B<sub>12</sub> y vitamina B<sub>6</sub>, mientras que el ácido pantoténico puede aumentar o disminuir según el tipo de alimento. De hecho, en las leches fermentadas no experimenta ningún cambio excepto en el yogur, donde desciende un 20-30% (Alm 1982).

### **5.3.2 Salado.**

Técnica culinaria de conservación basada en la aplicación de sal sobre el alimento, siendo éste en la mayoría de los casos carne y pescado, así como quesos. Puede aplicarse en seco y en húmedo. En la carne se usa un 5% de sal seca y 15-10% de sal húmeda mientras que en el pescado se usan entre 12-40 kg de sal seca/100 kg de pescado y 12,5% de sal húmeda. El salado en húmedo también se conoce como adobado o marinado en húmedo y el salado en seco como salazón o marinado en seco. No

obstante, en los marinados también se incluyen otros ingredientes para condimentar como hierbas y especias.

Permite prolongar la vida útil del producto y aportar características sensoriales particulares. El tipo de sal más usado en el hogar es la sal común (cloruro sódico) mientras que en la industria también se emplea cloruro de magnesio y sulfato de sodio.

Nutricionalmente, repercute sobre todo a las proteínas y lípidos. Provoca la solubilización de proteínas miofibrilares del tejido muscular, teniendo el máximo con una concentración de sal del 4%, y el enranciamiento de lípidos insaturados como consecuencia de la solubilización de la sal en la trama proteica que rodea a las células adiposas. Además se incrementa la retención de agua, por lo que reduce la biodisponibilidad de la misma.

### **5.3.3 Encurtidos.**

Técnica culinaria de conservación en la que el alimento se sumerge en un líquido cuyo componente principal es el vinagre aunque puede ir acompañada de sal y especias e hierbas aromáticas como canela, clavo, pimienta, tomillo etc...

Se aplica fundamentalmente en hortalizas que se van a consumir como aperitivo, entremeses y guarniciones. Existen distintos tipos de vinagre aunque el más empleado en los hogares es el vinagre de vino.

Nutricionalmente repercute sobre las vitaminas y proteínas. La vitamina A se desesterifica e isomeriza en una forma cis menos activa y el ácido fólico, pantoténico y treonina se descomponen. El estudio realizado por los autores Miller et al. (1973) en guisantes corroboró las pérdidas de ácido fólico y mostró la desnaturalización de proteínas.

## **6. CONCLUSIONES**

De la presente revisión bibliográfica realizada se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Dentro del grupo de procesos basados en la aplicación de calor, el microondas es el que menos repercute el valor nutritivo del alimento. Le siguen los procesos de asado, el cual tan sólo afecta a las vitaminas del grupo B, el escaldado, el cual

afecta a las vitaminas hidrosolubles y minerales, el horneado que daña a las vitaminas hidrosolubles en mayor medida que el escaldado y a ácidos grasos esenciales como el linoléico y, por último, la fritura que ocasiona una ganancia de grasa y vitaminas liposolubles y produce la pérdida de ácidos grasos  $\omega$ -3 y de vitaminas hidrosolubles aunque en menor medida que el escaldado y horneado.

- Dentro del grupo de procesos basados en la aplicación de frío, la congelación es el método que mejor preserva el valor nutritivo del alimento. No obstante, puede producirse la oxidación lipídica y alguna pérdida de vitaminas y minerales si no se aplica correctamente. En la refrigeración se produce la oxidación lipídica, de la cual derivan olores desagradables durante el cocinado de carnes y pecados, pérdidas de vitaminas y minerales en vegetales y rancidez en productos lácteos. Además, en los huevos afecta en gran medida al contenido de niacina, vitamina B<sub>6</sub>, riboflavina, ácido fólico y vitamina B<sub>12</sub>.
- Dentro de los métodos químicos, la fermentación es el que menos daña el valor nutritivo del alimento, observándose incrementos en proteínas, riboflavina, niacina, ácido fólico, tiamina, vitamina B<sub>12</sub> y vitamina B<sub>6</sub>. Sin embargo, el salado ocasiona la solubilización de proteínas y enranciamiento de lípidos insaturados y los encurtidos la pérdida de ácido fólico, pantoténico, treonina y desnaturalización de proteínas.

From this review of literature the following conclusions can be drawn:

- In the group of processes based on the application of heat, microwave heating has less impact on the nutritive value of food, followed by roasting, that only affects B vitamins, scalding that affect water-soluble vitamins and minerals, baking that affects water-soluble vitamins more than scalding and also essential fats acids like linoleic, and, finally, frying that produces an increase of fat and liposoluble vitamins, and losses of  $\omega$ -3 fatty acids and water-soluble vitamins but less than scalding and baking.

- In the group of processes based on the application of cold, freezing is the best method to keep nutritive value of food. However, it can produce lipid oxidation and a loss of vitamins and minerals if it is not correctly applied. Refrigeration causes lipid oxidation which causes unpleasant odors during the cooking of meat and fish, losses of vitamins and minerals in vegetables and rancidity in dairy products. Furthermore, it affects a lot to the content of niacin, B<sub>6</sub> vitamin, folic acid and B<sub>12</sub> vitamin in eggs.
- Within the chemical methods, fermentation best preserves the nutritive value of food showing increases in proteins, riboflavin, niacin, folic acid, thiamine, B<sub>12</sub> vitamin and B<sub>6</sub> vitamin. However, salting produces solubilization of proteins and rancidity of unsaturated lipids and pickling results in losses of folic acid, pantothenic, threonine and denaturation of proteins.

**7. APORTACIONES EN MATERIA DE APRENDIZAJE:  
IDENTIFICACIÓN DE LAS APORTACIONES QUE, EN MATERIA  
DE APRENDIZAJE HAN SUPUESTO ESTA ASIGNATURA.**

Con la realización del presente trabajo he podido poner en práctica los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Nutrición y Dietética, Cocinado Industrial y Restauración Colectiva, Salud Pública y Tecnología de los Alimentos I y II impartidas durante el segundo y tercer curso del grado. Además, las aportaciones que en materia de aprendizaje ha supuesto su realización son:

- Búsqueda y clasificación de la información de interés a partir de distintas fuentes.
- Evaluación de la información recopilada para decidir cuál usar y cual desechar.
- Mejora en la organización y presentación de trabajos
- Mejora en el lenguaje y las expresiones empleadas en la redacción de textos.
- Aumento de mis conocimientos en el valor nutritivo de los alimentos, los cuales pueden ponerse en práctica en el cocinado de alimentos.
- Valorar la gran importancia que tienen los conocimientos adquiridos en las asignaturas impartidas durante en grado relacionadas con la nutrición y salud.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, J.M., y Gloria-Hernández, H. (2000). Oil absorption during frying of frozen par-fried potatoes. *J. Food Sci.* 476–479.
- Alajaji, S. A., y El-Adawy, T.A. (2006). Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. *Journal of Food Composition and Analysis.* 806–812.
- Alm, L. (1982). Effect of fermentation on B vitamin content of milk in Sweden. *J. Dairy Science.* 353-359.
- Alm, L. (1982). Effect of fermentation on proteins of Swedish fermented milk products. *J. Dairy Science.* 1696-1704.
- Al-Saghir, S., Thurner, K., Wagner, K.h., Frisch, G., Luf, W., et al. (2004). Effects of different cooking procedures on lipid quality and cholesterol oxidation of farmed salmon fish. *J. Agric Food Chem.* 5290-6.
- Ang, C.Y.W. (1981). Comparison of simple storage methods for vitamin B<sub>6</sub> assay in broiler meats. *J. Food Science.* 336-337.
- Ascherio, A. (2002). Epidemiologic studies on dietary fats and coronary heart disease. *J. Med.* 12-9.
- Bender, A. (1992). Meat and meat products in human nutrition in developing countries. *FAO Food and Nutrition Papers.* 91.
- Berry, M., Fletcher, J., McClure, P., y Wilkinson, J. (2008). Effect of freezing on nutritional and microbiological properties of foods. *J.A Frozen Food Science and Technology.* 26–50.
- Bognár, A. (1988). Nährstoffverluste bei der haushaltsmäßigen Zubereitung von Lebensmitteln. *AID-Verbraucherdienst.*
- Bouchon, P., Hollins, P., Pearson, M., Pyle, D.L., y Tobin, M.J. (2001). Oil distribution in fried potatoes monitored by infrared microspectroscopy. *J Food Sci.* 918-23.
- Bowers, J.A., Fryer, B.A., y Engler, P.P (1974). Vitamin B<sub>6</sub> in pork muscle cooked in microwave and conventional ovens. *J. Food Science.* 39-426.
- Briant, A.M., y Hutchins, M.R. (1946). Influence of ingredients on thiamin retention and quality in baking powder biscuits. *Cereal Chemistry.* 23-512.
- Brown, E. J., y Fenton, F. (1942). Losses of vitamin C during cooking of parsnips. *Food Res.* 7-218.

- Byrne, D. V., Bredie, W. L. P., Mottram, D. S., y Martens, M. (2002). Sensory and chemical investigations on the effect of oven cooking on warmed-over flavour development in chicken meat. *Meat Science*. 127–139.
- Cover, S., Dilaver, E.M., Hays, R.M., y Smith, W.H. (1949). Retention of B vitamins after large-scale cooking of meat. Roasting by two methods. *J. Diet. Assoc.* 25-949.
- Curran, J., y Erdman, J.W. (1980). How to prepare tasty meals yet retain nutrients. *Profess. Nutr.* 3-7.
- Eheart, M.S., y Gott, C. (1965). Chlorophyll, ascorbic acid and pH changes in green vegetables cooked by stir-fry, microwave and conventional methods and a comparison og chlorophyll methods. *Food Technology*. 19-185.
- Eheart, M.S., y Odland, D. (1975). Storage of fresh broccoli and green beans. *J. Diet.Assoc.* 60-402.
- Erdman, J.W, y Erdman, E.A. (1982). Effect of home preparation practices on nutritive value of food. *In Handbook of Nutritive Value of Processed Food: Food for human use*. 237-263.
- Evans, R.J., Butts, H.A., y Davidson, J.A. (1951). The niacin content of fresh and stored shell eggs. *Poult. Sci.* 30-132.
- Evans, R.J., Butts, H.A., y Davidson, J.A. (1951). The vitamin B<sub>6</sub> content of fresh and stored shell eggs. *Poult.Sci.* 30-515.
- Evans, R.J., Butts, H.A., y Davidson, J.A. (1952). The riboflavin content of fresh and stored shell eggs. *Poult.Sci.* 30- 269.
- Evans, R.J., Butts, H.A., y Davidson, J.A. (1952). The pantothenic acid content of fresh and stored shell eggs. *Poult.Sci.* 31-777.
- Evans, R.J., Davidson, J.A., Bauer, D., y Butts, H.A. (1953). The biotin content of fresh and stored shell eggs. *Poult.Sci.* 32-680.
- Evans, R.J., Davidson, J.A., Bauer, D., y Butts, H.A. (1953). Folic acid in fresh and stored shell eggs. *J. Agric. Food Chem.* 1-170.
- Evans, R.J., Bandemer, S.L., Bauer, D. H, y Davidson, J.A. (1953). The vitamin B<sub>12</sub> content of fresh and stored shell eggs. *Poult. Sci.* 34-922.
- Fellows, P. J. (2000). *Food Processing Technology: Principles and Practice*.
- Fillion, L., y Henry, C.J.K. (1998). Nutrient losses and gains during frying: a review. *Inter J. Food Scien Nutr.* 157-268.

- Gil, A., Fontecha, A., y Juárez, M. (2010). Influencia de los procesos tecnológicos sobre el valor nutritivo de los alimentos. *Tratado de la nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. 661-676.
- Gladyshev, M., Sushchik, N., Gubanenko, G.A., Demirchieva, S.M., y Kalachova, G.K. (2007). Effect of boiling and frying on the content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of four fish species. *Food Chem.* 1694-700.
- Gordon, J., and Noble, I. (1964). "Waterless" vs. boiling water cooking of vegetables. *J. Am. Diet. Assoc.* 44-378.
- Gregory, M.E. (1975). Water-soluble vitamins in milk and milk products. *J. Dairy Res.* 197-216.
- Hall, K.N., y Lin, C.S. (1981). Effect of cooking rates in electric or microwave oven on cooking losses and retention of thiamin in broilers. *J. Food Science.* 1292-1293.
- Hallberg, L., Rossander, L., Persson, H., y Svahn, E. (1982). Deleterious effects of prolonged warming of meals on ascorbic acid content and iron absorption. *J. Clin. Nutr.* 846-850.
- Hunter, K.J., y Fletcher, J.M. (2002). The antioxidant activity and composition of fresh, frozen, jarred and canned vegetables. *Innov Food Sci Emerg Technol.* 399–406.
- Janicki, L.J., y Appledorf, H. (1974). Effect of broiling, grill frying and microwave cooking on moisture. Some lipid components and total fatty acids of ground beef. *J. Food Science.* 39-715.
- Jayathilakan, K., Sharma, G. K., Radhakrishna, K., y Bawa, A. S. (2007). Antioxidant potential of synthetic and natural antioxidants and its effect on warmed-over-flavour in different species of meat. *Food Chemistry.* 908–916.
- Juárez M.D., Alfaro M.E., y Sammán N. (2004). Nutrient retention factors of deep-fried milanesas. *J. Food Compos Anal.* 119-24.
- Kao, C. y Robinson, R.J. (1978). Nutritional aspects of fermented foods from chickpea, horsebean and soybean. *Cereal Chemistry.* 512-517.
- Klein, L. y Mondy, N.I. (1981). Comparison of microwave and conventional baking of potatoes in relation to nitrogenous constituents and mineral composition. *J. Food Science.* 46-1874.
- Krehl, W.A., y Winters, R.W. (1950). Effect of cooking methods on retention of vitamins and minerals in vegetables. *J. Diet. Assoc.* 26- 966.

- Lakshmi, S., Chakkaravarthi, A., Subramanian, R., y Singh, V. (2007). Energy consumption in microwave cooking of rice and its comparison with other domestic appliances. *Journal of Food Engineering*. 715–722.
- Mabesa, L., y Baldwin, R. (1979). Ascorbic acid in peas cooked by microwaves. *J. Food Science*. 44-932.
- Maleki, M. y Dagher, S. (1967). Effect of baking on retention of thiamine, riboflavin, and niacin in Arabic bread. *Cereal Chemistry*. 483-487.
- Makinson, J.H., Greenfield, M.L., Wong, M.L., y Wills, R.B.H. (1987). Fat uptake during deep-fat frying of coated and uncoated foods. *J. Food Comps Anal*. 93-101.
- Mielnik, M. B., Olsen, E., Vogt, G., Adeline, D., y Skrede, G. (2006). Grape seed extract as antioxidant in cooked, cold stored turkey meat. *Food Science and Technology*. 191–198.
- Mielnik, M. B., Sem, S., Egelanddal, B., y Skrede, G. (2008). By-products from herbs essential oil production as ingredient in marinade for turkey thighs. *Food Science and Technology*. 93–100.
- Miller, C. F., Guadagni, D.G., y Kon, S. (1973). Vitamin retention in beanproducts: Cooked, canned and acid. *J. Food Science*. 493-495.
- Mondy, N.I., y Ponnampalam, R. (1983). Effect of baking and frying on nutritive value of potatoes: Minerals. *J. Food Science*. 48-1475.
- Moore, L.J., Harrison, D.L., y Dayton, A.D.(1980). Differences among top round steaks cooked by dry or moist heat in a conventional or a microwave oven. *J. Food Science*. 45-777.
- Moreiras-Varela, O., Ruiz-Roso, B., y Várela, G. (1988). Effect of frying on the nutritive value of food. *Frying of Food*. 94-102.
- Moreno, D., Lopez-Berenguer, C., Garcia-Viguera, C. (2007). Effects of stir-fry cooking with different edible oils on the phytochemical composition of broccoli. *J. Food Sci*. 64-72.
- Morgan, A.F., y Frederick,H. (1935). Vitamin B (B<sub>1</sub>) in bread as affected by baking. *Cereal Chemistry*. 12-390.
- Morgan, A.F. (1960). Losses of nutrients in foods during home preparation. *Nutritional Evaluation of Food Processing*.
- Murata, K., Ikehata, H., y Miyamoto, T. (1967). Studies on the nutritional value of tempeh. *J. Food Science*. 580-585.

- Ngadi, M., Li, Y., Oluka, S. (2007). Quality changes in chicken nuggets fried in oils with different degrees of hydrogenation. *Food Science Technology*. 1784-9.
- Noble, I. (1964). Thiamine and riboflavine retention in broiled meat. *J. Diet. Assoc.* 45- 447.
- Ozkoc, S. O., Sumnu, G., Sahin, S., y Turabi, E. (2009). Investigation of physicochemical properties of breads baked in microwave and infrared–microwave combination ovens during storage. *European Food Research and Technology*. 883–893.
- Pelletier, O., Nantel, C., Leduc, R., Tremblay, L., y Brassard, R. (1977). Vitamin C in potatoes prepared in various ways. *Can. Inst. Food Science Technology*. 10-138.
- Quiles, J.L, Ramírez –Tortosa, M.C., Ibañez, S., González, A., Duthie, G.G., Huertas, J.R., y Mataix J. (1999). Vitamin E supplementation increases the stability and the in vivo antioxidant capacity of refined olive oil. *Free Rad Res*. 129-135.
- Rao, D.R., Pulvsani, S.R., y Rao, T.K. (1982). Amino acid composition and nutritional implications of milk fermented by various lactic cultures. *J. Food Quality*. 235-243.
- Ranhotra, G.S., Loewe, R.J., y Puyat, L.V. (1974). Phytic acid in soy and its hydrolysis during breadmaking. *J. Food Science*. 1023-1025.
- Ranhotra, G.S., Lee, C., y Gelroth, J.A. (1980). Nutritional characteristics of high-protein cookies. *J.Agric.Food Chemistry*. 507-509.
- Regier, M., Rother, M., y Schuchmann, H.P. (2010). Alternative heating technologies. *Processing Effects on Safety and Quality of Foods*.188-224.
- Richardon, J.E., Davis, R., y Mayfield, H.L. (1937). Vitamin C content of potatoes prepared for table use by various methods of cooking. *Food Res*. 2-85.
- Santos-Yap, E. M. (1996). Fish and Seafood. *Freezing Effects on Food Quality*. 109–133.
- Savell, J. W., Mueller, S. L., y Baird, B. E. (2005). The chilling of carcasses. *Meat Science*. 449–459.
- Shantha, N.C., Crum, A.D., Decker, E. (1994). Evaluation of conjugated linoleic acid concentrations in cooked beef. *J. Agric Food Chem*. 1757-60.
- Sheard, P.R., Nute, G.R., Chappell, A.G. (1998). The effect of cooking on the chemical composition of meat products with special reference to fat loss. *Meat Sci*. 171-91.

- Simonne, A.H., Eitenmiller, R.R. (1998). Retention of vitamin E and added retinyl palmitate in selected vegetable oils during deep-fat frying and fried breaded producto. *J. Agric Food Chem.* 5273-7.
- Singh, R. P. y Anderson, B. A. (2004). The major types of food spoilage: An overview. *Understanding and Measuring the Shelf Life of Food.* 3–23.
- Singh, M., Raghavan, B., y Abraham, K.O. (1996). Processing of marjoram (*Marjona hortensis* Moench.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Effect of blanching methods on quality.* 264–266.
- Spiers, M., et al. (1945). The effects of fertilizer treatments, curing storage and cooking on the carotene and ascorbic acid content of sweet potatoes. *Southern Coop.Ser.Bull.*3.
- Stephen, N. M., Shakila, J. R., Jeyasekaran, G., y Sukumar, D. (2010). Effect of different types of heat processing on chemical changes of tuna. *Journal of Food Science and Technology.* 174–181.
- Sumnu, G., Datta, A. K., Sahin, S., Keskin, S. O., y Rakesh, V. (2007). Transport and related properties of breads baked using various heating modes. *Journal of Food Engineering.* 1382–1387.
- Tabil, L. G. y Sokhansanj, S. (2001). Mechanical and temperature effects on shelf life stability of fruits and vegetables. *Food Shelf Life Stability: Chemical, Biochemical, and Microbiological Changes.* 37–86.
- Thed, S.T., Phillips, R.D. (1995). Changes of diet fiber and starch composition of processed potato products during domestic cooking. *Food Chem.* 301-4.
- Thomas, M.H., Brenner, S., Eaton, A., y Craig, V. (1949). Effect of electronic cooking on nutritive value of foods. *J. Am.Diet.Assoc.* 45-139.
- Toepfer, E.W., Pritchett, C.A., and Hewston, E.M. (1955). Boneless beef: Raw, cooked and stewed. Results of analysis for moisture, protein, fat and ash. U.S. *Department of Agriculture Bull.* 1137.
- Wang, H.L., Ruttle, D.I., y Hesseltine, C.W. (1968). Protein quality of wheat and soybeans after *Rhizophus oligosporus* fermentation. *J. Nutr.* 109-114. 219-220.
- Wilbert, F.S. (1998). The refrigeration and freezing of food. *Industrial Refrigeration Handbook.*
- Wing. R.W., y Alexander, J.C. (1972). Effect of microwave heating on vitamin B<sub>6</sub> retention in chicken. *J. Diet.Assoc.* 61-661.

- Zaehring, M.V., y Personius, C.J. (1949). Thiamin retention in bread and rolls baked to different degrees of brownness. *Cereal Chemistry*. 26-384.