

# Huevos y Papas a la Francesa

## Sus procesos químicos

Autores:  
Ámbar Sanguiao  
Sebastián Berrueta

Liceo Departamental de Maldonado

6°Fis-Mat 2 - Química - 2024

## Índice

<b>1. Teoría de los Procesos Químicos en la Cocción</b>	<b>2</b>
1.1. La fritura . . . . .	2
1.2. Reacciones de Maillard . . . . .	2
1.3. Desnaturalización de Proteínas (por cambios de temperatura) . . . . .	3
<b>2. Rompamos los huevos</b>	<b>4</b>
2.1. ¿Cuál es su composición? . . . . .	4
2.1.1. Cáscara . . . . .	4
2.1.2. Clara . . . . .	4
2.1.3. Yema . . . . .	5
2.1.4. Propiedades Químicas y Funcionales . . . . .	5
2.2. Transformaciones al cocinar los huevos . . . . .	5
<b>3. Las papas fritas</b>	<b>6</b>
3.1. Transformaciones durante la fritura . . . . .	6
3.2. El papel del aceite . . . . .	6
<b>Referencias</b>	<b>8</b>

## Comentarios

El presente documento tiene el propósito de ser una base teórica para la parte práctica de la primera evaluación especial de química. Al final del mismo se encuentran listados los materiales utilizados para elaborar el documento. En caso de querer profundizar en algún conocimiento se recomienda consultar esos materiales ya que son de fácil comprensión y de excelente calidad.

## I. Teoría de los Procesos Químicos en la Cocción

### I.1. La fritura

LA FRITURA ES UN PROCESO CULINARIO FASCINANTE QUE INVOLUCRA UNA SERIE DE CAMBIOS FÍSICOS Y QUÍMICOS EN LOS ALIMENTOS.

*“Es considerada una de las operaciones unitarias más comunes en la preparación de alimentos. Se puede definir como el proceso de cocción por la inmersión del alimento en una grasa o aceite que está a una temperatura de 140-190°C.”*

(Juárez and Sammán, 2007, secc. “La fritura en profundidad”)

En la siguiente figura se muestra un esquema de la transferencia de masa y calor al freír en “abundante aceite” (importante para las papas a la francesa):

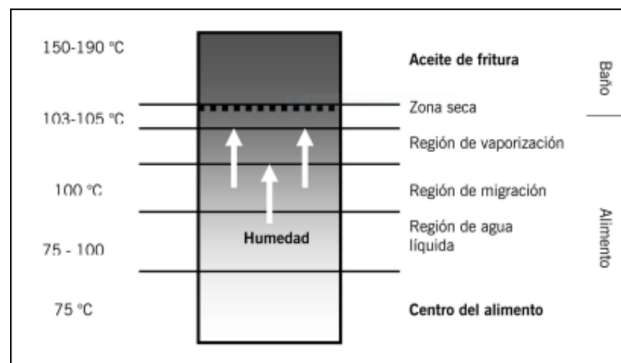


Figura 1: Esquema de transferencia  
imagen extraída de Juárez and Sammán (2007)

### I.2. Reacciones de Maillard

*“La reacción de Maillard es el resultado de la reacción de moléculas reductoras, fundamentalmente hidratos de carbono, con grupos amino libres, fundamentalmente de las proteínas, condensándose en pigmentos de color marrón (melanoidinas).”*

(Serrate, 2020, secc. 4.1.2, párr. 2)

La reacción de Maillard es una serie compleja de reacciones químicas que no solo contribuye al color y sabor de los alimentos cocidos, sino que también puede influir en su valor nutricional y propiedades sensoriales. Durante el proceso de cocción, los azúcares reductores reaccionan con los aminoácidos, produciendo una variedad de compuestos que incluyen aromas y sabores característicos. Además, estas reacciones pueden afectar la textura de los alimentos, haciéndolos más crujientes o suaves dependiendo de las condiciones de cocción.

Es importante destacar que la reacción de Maillard no solo ocurre en la cocina, sino que también tiene relevancia en otros campos como la química de los alimentos, la ciencia de materiales y la biología. Por ejemplo, en la industria alimentaria, se busca controlar esta reacción para mejorar la calidad y la seguridad de los productos. En la biología, se ha observado que las reacciones de Maillard pueden contribuir al envejecimiento y a la aparición de enfermedades degenerativas debido a la formación de productos finales de glicación avanzada (AGEs).

Además, se han desarrollado diversas técnicas para estudiar y controlar la reacción de Maillard, como la cromatografía y la espectroscopia. Estas herramientas permiten identificar los compuestos específicos formados durante la reacción y comprender mejor los mecanismos subyacentes.

La optimización de las condiciones de cocción, como la temperatura, el tiempo y el pH, puede ayudar a maximizar los beneficios de la reacción de Maillard mientras se minimizan los posibles efectos adversos. Por lo tanto, la investigación continua en este campo es esencial para mejorar nuestra comprensión y aplicación de esta importante reacción química.

### 1.3. Desnaturalización de Proteínas (por cambios de temperatura)

*“El calor desnatura las proteínas al romper los enlaces por puente de hidrógeno y las interacciones hidrofóbicas entre grupos R no polares. Pocas proteínas pueden permanecer biológicamente activas a más de 50 °C. Siempre que se cocina un alimento, se usa calor para desnaturar proteínas. El valor nutricional de las proteínas en los alimentos no cambia, pero se vuelven más digeribles.”*

(UruguayEduca, 2020, secc. “Calor”)

El proceso de desnaturalización de proteínas debido a cambios de temperatura implica varias modificaciones químicas. Principalmente, el calor suministrado a las proteínas durante la cocción provoca la ruptura de enlaces no covalentes que mantienen su estructura tridimensional:

1. **Ruptura de puentes de hidrógeno:** Los puentes de hidrógeno, que son enlaces relativamente débiles entre grupos electronegativos y átomos de hidrógeno, se rompen cuando se aplica calor. Esto lleva a la pérdida de la estructura secundaria de las proteínas, como las hélices alfa y las láminas beta.
2. **Disrupción de interacciones hidrofóbicas:** Las interacciones hidrofóbicas, que estabilizan la estructura terciaria de las proteínas al agrupar los residuos no polares en el interior de la molécula, se debilitan con el aumento de la temperatura. Esto permite que las regiones hidrofóbicas queden expuestas al entorno acuoso, llevando a la desnaturalización.
3. **Ruptura de enlaces disulfuro:** Aunque los enlaces disulfuro (covalentes) son más resistentes al calor que los enlaces no covalentes, temperaturas muy elevadas pueden provocar su ruptura, afectando aún más la estructura de las proteínas.
4. **Alteración de enlaces iónicos:** Los enlaces iónicos entre grupos cargados en las cadenas laterales de aminoácidos también se ven afectados por el calor, contribuyendo a la desnaturalización.

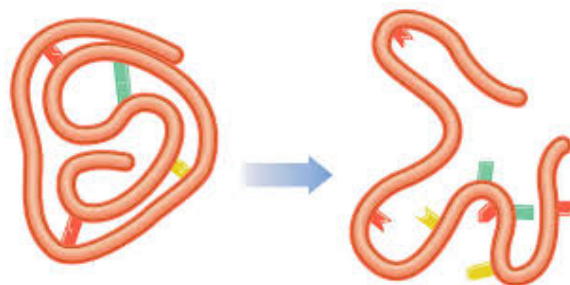


Figura 2: Desnaturalización de las proteínas: de plegada (izquierda) a desnaturalizada (derecha).  
*imagen extraída de UruguayEduca (2020)*

Durante la desnaturalización, las proteínas pasan de una estructura ordenada y funcional a una conformación más desordenada. Esta transición es generalmente irreversible y provoca que las proteínas pierdan su actividad biológica original. Sin embargo, este cambio estructural facilita la acción de las enzimas digestivas, ya que las cadenas polipeptídicas desnaturalizadas son más accesibles para la hidrólisis enzimática.

## 2. Rompamos los huevos

### 2.1. ¿Cuál es su composición?

La composición de un huevo es compleja y está formada por varios componentes esenciales que desempeñan funciones vitales en su estructura y nutrición. En términos generales, un huevo está compuesto por la cáscara, la clara y la yema. A continuación, se detalla la composición química de cada uno de estos componentes.

#### 2.1.1. Cáscara

La cáscara del huevo es una barrera protectora principalmente compuesta de carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$ . Además del carbonato de calcio, la cáscara contiene pequeñas cantidades de carbonato de magnesio  $\text{MgCO}_3$  y fosfato de calcio  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , así como proteínas y otros compuestos orgánicos que ayudan a fortalecer su estructura.

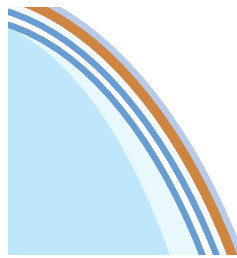


Figura 3: Estructura de la cáscara del huevo.  
imagen extraída de wikimedia.org

#### 2.1.2. Clara

La clara del huevo, también conocida como albúmina, está compuesta principalmente de agua (aproximadamente un 90 %) y proteínas (aproximadamente un 10 %). Las proteínas más importantes en la clara de huevo incluyen la ovoalbúmina, ovotransferrina, ovomucoide y lisozima. Estas proteínas tienen diferentes funciones, como la protección antimicrobiana, el transporte de nutrientes y la capacidad espumante que es crucial en muchas aplicaciones culinarias.

Abundancia de Proteínas	
Proteína	Abundancia
<i>Ovalbumina</i>	54 %
<i>Ovotransferrina</i>	12 %
<i>Ovomucoide</i>	11 %
<i>Ovoglobulina G2</i>	4 %
<i>Ovoglobulina G3</i>	4 %
<i>Ovomucina</i>	3.5 %
<i>Lisozima</i>	3.4 %
<i>Ovoinhibidor</i>	1.5 %
<i>Ovoglicoproteína</i>	1 %
<i>Flavoproteína</i>	0.8 %
<i>Ovomacroglobulina</i>	0.5 %
<i>Avidina</i>	0.05 %
<i>Cistatina</i>	0.05 %

Cuadro 1: Abundancia de Proteínas

### 2.1.3. Yema

La yema del huevo es rica en nutrientes y contiene una mezcla compleja de lípidos, proteínas y vitaminas. Los lípidos presentes en la yema incluyen triglicéridos, fosfolípidos (como la lecitina) y colesterol. En términos de proteínas, las más abundantes son la livetina, fosvitina y lipovitellina. Además, la yema es una fuente importante de vitaminas liposolubles como la vitamina A, D, E y K, así como de varios minerales esenciales.

Composición Química de la Yema del Huevo	
Componente	Porcentaje
Agua	48-50 %
Proteínas	16-17 %
Lípidos	31-35 %
Carbohidratos	0.2-1 %
Minerales (cenizas)	1.5-2 %

Cuadro 2: Composición química de la yema de huevo

### 2.1.4. Propiedades Químicas y Funcionales

Cada uno de los componentes del huevo tiene propiedades químicas y funcionales específicas que los hacen útiles en diferentes contextos, tanto biológicos como culinarios. Por ejemplo, la lisozima en la clara de huevo actúa como un agente antimicrobiano al degradar la pared celular de ciertas bacterias. La lecitina en la yema es un excelente emulsionante, lo que la hace invaluable en la preparación de salsas y emulsiones como la mayonesa.

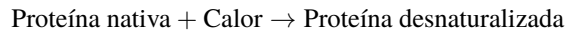
Propiedades Funcionales de los Componentes del Huevo		
Componente	Ubicación	Propiedad Funcional
Lisozima	Clara	Actúa como agente antimicrobiano al degradar la pared celular de ciertas bacterias
Lecitina	Yema	Excelente emulsionante, útil en la preparación de salsas y emulsiones como la mayonesa
Ovoalbúmina	Clara	Coagula con el calor, proporcionando estructura en productos horneados
Ovotransferrina	Clara	Unión de hierro, contribuyendo a la defensa antimicrobiana
Vitelo	Yema	Fuente de lípidos y proteínas, proporciona nutrición y emulsificación
Membranas de la cáscara	Cáscara	Barrera física contra microorganismos

Cuadro 3: Propiedades funcionales de los componentes del huevo.

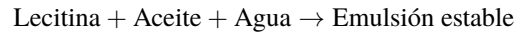
La compleja composición química del huevo le confiere una variedad de propiedades funcionales que son explotadas tanto en la naturaleza como en la cocina. Cada componente del huevo, desde la cáscara hasta la yema, juega un papel crucial en su estructura y funcionalidad.

## 2.2. Transformaciones al cocinar los huevos

Al cocinar los huevos, la clara y la yema experimentan cambios distintos debido a sus composiciones únicas. La desnaturalización de las proteínas de la clara del huevo comienza a temperaturas relativamente bajas, alrededor de los 60 °C. Este proceso provoca la coagulación de la albúmina, dándole una textura firme y opaca. La desnaturalización implica la ruptura de enlaces no covalentes, como los puentes de hidrógeno y las interacciones hidrofóbicas, que mantienen la estructura terciaria de las proteínas.



La yema, rica en lípidos, se comporta de manera diferente. La coagulación de sus proteínas comienza a temperaturas más altas, alrededor de los 65 °C, y su textura cambia de líquida a cremosa y luego a sólida con el incremento de la temperatura. La lecitina, un fosfolípido presente en la yema, también juega un papel crucial como emulsionante, ayudando a la formación de emulsiones estables en diversas preparaciones culinarias.



### 3. Las papas fritas

#### 3.1. Transformaciones durante la fritura

La fritura de las papas es otro proceso químico fascinante. Al freír las papas, se producen varios cambios físicos y químicos debido al calor y al contacto con el aceite caliente. La alta temperatura del aceite (alrededor de 180 °C) induce la deshidratación de la superficie de las papas, creando una capa exterior crujiente, mientras que el interior permanece tierno.

Además, la reacción de Maillard juega un papel esencial en el desarrollo del sabor y el color dorado característico de las papas fritas. Esta reacción, que ocurre entre los azúcares reductores y los aminoácidos presentes en las papas, produce una serie de compuestos que contribuyen a los aromas y sabores complejos que hacen de las papas fritas un alimento tan popular.



-¿Cuales son esos compuestos de Maillard?

Compuestos Formados en la Reacción de Maillard	
Compuesto	Propiedades y Efectos
Melanoidinas	Pigmentos marrones responsables del color en alimentos cocidos, contribuyen al sabor y tienen propiedades antioxidantes
Productos intermedios (Amadori y Heyns)	Intermedios en la reacción que pueden influir en el sabor y aroma de los alimentos
Productos de degradación de azúcares	Incluyen furanos y aldehídos que contribuyen a aromas caramelizados y tostados
Productos de degradación de aminoácidos	Incluyen compuestos sulfurados y nitrogenados que contribuyen a aromas característicos
Productos finales de glicación avanzada (AGEs)	Contribuyen al envejecimiento y enfermedades degenerativas, también afectan la textura y color de los alimentos

Cuadro 4: Compuestos formados en la reacción de Maillard y sus propiedades.

#### 3.2. El papel del aceite

El tipo de aceite utilizado para freír también afecta la calidad final del producto. Aceites con altos puntos de humo, como el aceite de girasol o el aceite de canola, son preferidos para la fritura debido a su estabilidad a altas temperaturas. La absorción del aceite durante la fritura también influye en la textura y el contenido calórico de las papas fritas.

Los ácidos grasos del aceite pueden oxidarse a altas temperaturas, lo que conduce a la formación de compuestos de descomposición que pueden afectar el sabor y la seguridad alimentaria. La siguiente ecuación muestra la oxidación de un ácido graso insaturado:



El uso repetido del mismo aceite también puede llevar a la acumulación de productos de degradación, por lo que es importante cambiar el aceite regularmente para asegurar una fritura saludable y sabrosa.



## Referencias

- Autino, J. C., Romanelli, G., and Ruiz, D. M. (2013). Introducción a la química orgánica. (1ra edición), <http://rb.gy/261lax>.
- Carey, F. A. (2006). Química orgánica. (6a edición), <https://rb.gy/51w9h4>.
- Guillén, V. L. (2009). Estructura y propiedades de las proteínas. *Máster Ingeniería Biomédica*, [https://www.uv.es/tunon/pdf\\_doc/proteinas\\_09.pdf](https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf).
- Juárez, M. D. and Sammán, N. (2007). El deterioro de los aceites durante la fritura. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 13(2):pp. 82–94, <https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/0032007.pdf>.
- Recio, F. (2013). Química orgánica. (Cuarta Edición), <https://rb.gy/2ro9ns>.
- Rembado, M. and Sceni, P. (2009). La química en los alimentos. [http://www.ifdcvm.edu.ar/tecnicatura/Ciencias\\_Nat\\_y\\_las\\_Matematicas/11.pdf](http://www.ifdcvm.edu.ar/tecnicatura/Ciencias_Nat_y_las_Matematicas/11.pdf).
- Salazar, S. M. (2015). Aminoácidos y proteínas. *Temas Selectos de Bioquímica General*, <http://rb.gy/ex4koo>.
- Serrate, F. C. (2020). Alteraciones enzimáticas en alimentos: el pardeamiento, el enranciamiento y la reacción de maillard. *Objetos de aprendizaje. Artículos docentes*, <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/147166>.
- UruguayEduca (2020). Hidrólisis y Desnaturalización de las proteínas. <https://rb.gy/qdmkp3>.
- Voyer, L. and Alvarado, C. (2019). Reacción de maillard. efectos patogénicos. *Fundacion Revista Medicina*, 79:137–143, <https://www.medicinabuenaaires.com/revistas/vol79-19/n2/137-143-Med6888-Voyer.pdf>.