

# Cocinar carne y las reacciones de Maillards



[By CNA Brasil \(CC-BY-NC SA\)](#)



## 5.1. DEFINICIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA CARNE

Según el Código alimentario español "la carne se refiere a la parte muscular comestible de los animales de abasto sacrificados y faenados en condiciones higiénicas. Se incluyen las porciones de grasa, hueso, cartílago, piel, tendones, aponeurosis, nervios y vasos linfáticos y sanguíneos que normalmente acompañan al tejido muscular y que no se separan de él en los procesos de manipulación, preparación y transformación"



Agua 65-80 %

Proteína 16-22 % → (varia con el animal)

Grasa 1 a 15 %

[Public domain](#)

Cuanto más aumenta el contenido de grasa, más disminuye el contenido de agua presente

Al restar proteínas, agua y grasas lo que queda está compuesto por **minerales**, **vitaminas** y, normalmente, pocos **carbohidratos**

## 5.1. DEFINICIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA CARNE

Contenido promedio de agua, proteínas y grasas por cada 100 g de carne de diferentes animales consumidos:

<b>Carnes crudas</b>	<b>Agua (g)</b>	<b>Proteínas (g)</b>	<b>Lípidos (g)</b>
Avestruz	76	21	1
Cortes delanteros de bovinos adultos	72	21	7
Cortes traseros de bovinos adultos	71	22	3
Caballo	74	20	7
Cabrito	75	19	5
Pernil o pierna de cerdo (de 100-110 kg)	75	20	3
Pernil o pierna de cerdo (de 150-180 kg)	73	20	5
Conejo	75	20	4
Cordero	70	20	9
Faisán	69	24	5
Gallina	66	21	12
Pato doméstico	69	21	8
Pavo	74	19	7
Pollo	70	19	11

## 5.2. CALIDAD DE LA CARNE

### ¿Cómo se mide la calidad de la carne?

Existen 5 parámetros: Composición química, capacidad de retención de agua, pH, color y textura

#### 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA = agua, proteína, grasa y cenizas

Estas fracciones son más o menos variables dependiendo de la especie, de la raza, del plano de alimentación de los animales e incluso de la pieza carnicera. En general, los valores medios para la composición bruta de la carne fresca pueden aproximarse a 62% de humedad (agua), 20% de grasa, 17% de proteína y 1% de cenizas para las carne más grasas o 70% de agua, 9% de grasa, 20% de proteína y 1% de cenizas en el caso de las carnes más magras

#### AGUA



Un 5 % del agua está fuertemente ligada a la proteína y no se puede retirar. El resto está atrapado por capilaridad en el espacio entre las proteínas de las fibras musculares. Al comer la carne las proteínas pierden parcialmente la capacidad de retener agua, y esta puede liberarse.

La carne que está demasiado hecha queda seca, ya que no consigue retener parte de los denominados "jugos".

[Public Domain](#)



## 5.2. CALIDAD DE LA CARNE

### PROTEINAS

Un 20 % de la carne está formado por proteínas. Las proteínas están compuestas por **aminoácidos** que se enlazan entre ellas para formar cadenas más largas. Así, una cadena de menos de 10 aminoácidos se llama oligopéptido, entre 10 y 50 aminoácidos polipéptido y las cadenas de más de 50 aminoácidos se denominan proteínas. Cuando las largas cadenas con sus miles de aminoácidos están completas, se pliegan sobre ellas mismas de una forma muy precisa, lo que les permite funcionar correctamente. Cuando los aminoácidos se pliegan como un **ovillo**, decimos que forman una **proteína globular**.



By Argonne National Lab [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

*Proteína*

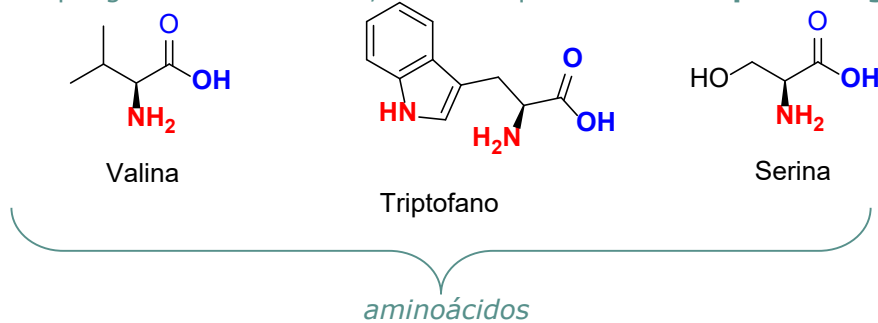
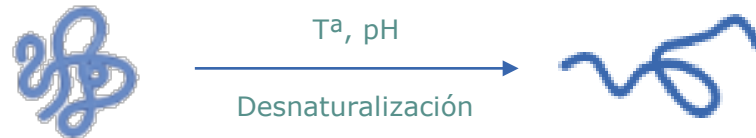


Figura propia

Cuando las proteínas se ven “perturbadas” bien por un aumento de la **temperatura** o por una variación en el **pH**, pueden empezar a desenrollarse parcial o completamente, a ese proceso se le conoce como **desnaturalización**.



Una vez las proteínas se desnaturalizan, pueden entrelazarse entre ellas, este fenómeno se conoce como **coagulación**.

## 5.2. CALIDAD DE LA CARNE

### PROTEINAS

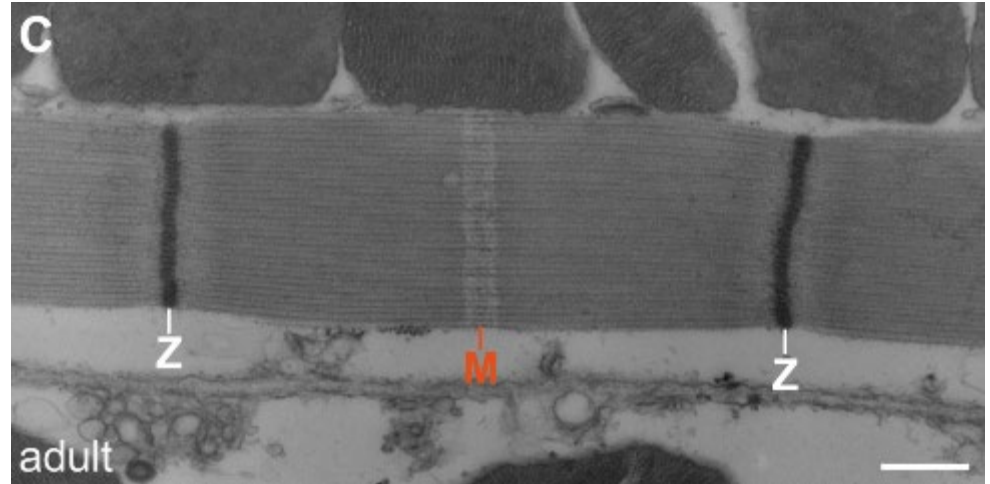
No todas las proteínas son globulares, algunas son fibrosas. Como el **tropocolágeno**, esta proteína ayuda a mantener unidos los fascículos musculares. Está presente en los huesos, tendones, cartílagos y en los tejidos conjuntivos.

Además del tropocolágeno, en los músculos se encuentra la **miosina** (representa un 50 %) y la **actina** (un 20 %) gracias a estas proteínas los músculos se pueden contraer y relajar.

Una de las proteínas que da ese color característico a la carne es la **hemoglobina**

No todas las proteínas son globulares, algunas son fibrosas. Como el **tropocolágeno**, esta proteína ayuda a mantener unidos los fascículos musculares. Está presente en los huesos, tendones, cartílagos y en los tejidos conjuntivos.

Además, el tropocolágeno es la unidad básica de la fibra de **colágeno**.



Loison et al. [CC BY](#)

Diferentes funciones de las proteínas:

- Hidratación
- Solubilidad
- Gelificación
- Emulsión

### GRASAS

Como se ha comentado anteriormente la grasa no solamente está presente en diversos porcentajes sino que además puede tener una composición química diversa, que puede variar en función de la alimentación, la raza y la edad del animal.

La grasa entre las fibras musculares tiene dos funciones: primero, facilita la masticación de las fibras y del tejido conjuntivo. Durante la cocción, se disuelve y se infiltra entre las fibras y los fascículos, actuando así como lubricante y permitiendo que estos se deslicen con más facilidad.

### Contenido medio de grasa

Corte	Grasas (g)
Solomillo	5
Redondo	2,8
Cadera	3,7
Chuletón	6,1
Tapa	1,8
Lomo bajo	5,2
Rabillo de cadera	2,3
Contratapa	2,6
Cabeza de espaldilla, llana, aguja, cuello	5,7
Morcillo delantero o trasero	3,2
Falda, aleta	10,2
Paleta, brazuelo, pez, dentro de espalda	2,4

## 5.2. CALIDAD DE LA CARNE

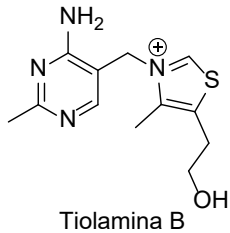
### CARBOHIDRATOS

El contenido de carbohidratos en la carne es prácticamente insignificante. Los músculos del animal vivo contienen **glucógeno**. Está constituido por moléculas de glucosa interconectadas y funcionan como fuente local de energía.

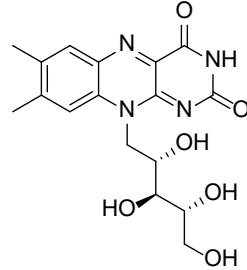
### VITAMINAS Y MINERALES

#### Vitaminas

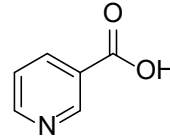
La carne es una principal fuente de vitamina B, especialmente la tiamina (b), la riboflavina (B), la niacina (B), la piridoxina (B) y la cobalamina (B). Por ejemplo, el hígado y los riñones son especialmente ricos en vitamina B. Todas las vitaminas del grupo B son solubles en agua, siendo algunas de ellas sensibles al calor. Por lo que, el contenido de las vitaminas puede variar dependiendo del grado de cocción de la carne.



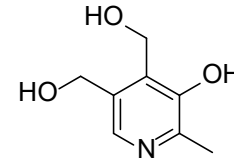
Tiamina B



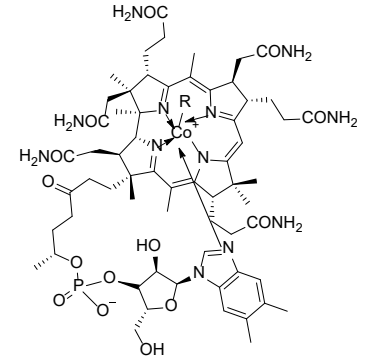
Ribloflavina



Niacina



Piridoxina



R: 5'-deoxiadenosil, CH<sub>3</sub>, OH, CN

Cobalamina B

Figura propia

#### Minerales

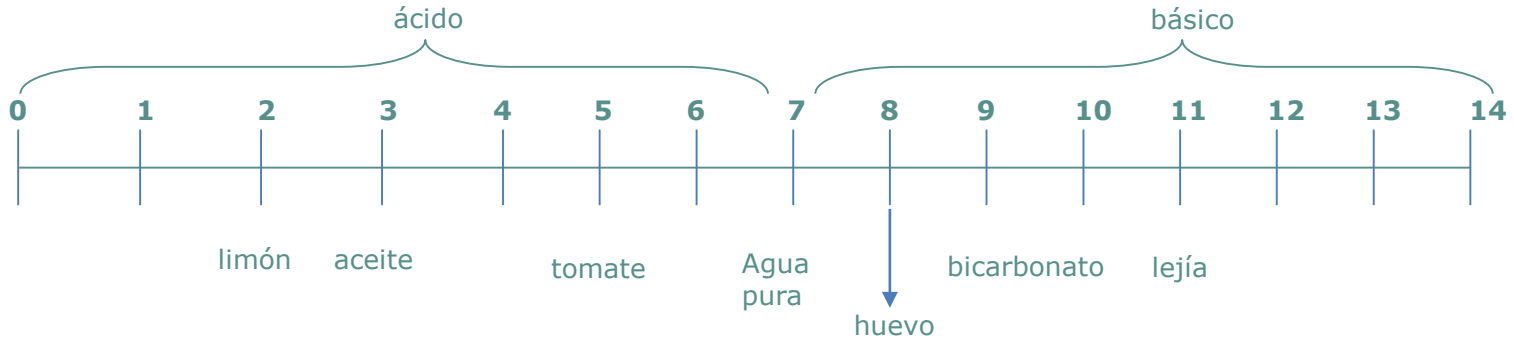
La carne también es una fuente de hierro. El llamado hierro del grupo *hemo* está vinculado a la hemoglobina y la mioglobina. Alrededor del 50-60 % del hierro en la carne es del tipo *hemo*. La parte restante es hierro del tipo no *hemo* o hierro libre, este constituye un 1-7 %.



## 5.2. CALIDAD DE LA CARNE

### 2. pH

Mediante el pH se mide la concentración de los iones de hidrogeno. Los valores que pueden adoptar suelen variar de 0 a 14.



¿Cómo se puede medir el pH?

Mediante instrumentos como un pHmetro se puede calcular el valor del pH en segundos, sumergiendo un electrodo en una disolución. También se pueden utilizar indicadores que cambian de color según el pH del líquido con el que entran en contacto. Hoy en día se venden tiras de papel indicadoras que al impregnarse con la disolución a analizar reaccionan variando el color en función del pH de la misma.

En la carne, el pH evoluciona durante la conversión del músculo en carne durante los procesos *postmortem*. Así, si en el animal vivo, el valor de pH del músculo se encuentra entre los valores considerados neutros (6,7 y 7,2), tras la muerte, en una situación normal de transformación del músculo en carne, transcurridas 24 horas desde el sacrificio de los animales, el valor de pH en el músculo se sitúa en torno a 5,5. Fundamentalmente, las alteraciones en el valor de pH final de la carne se asocian con episodios de estrés de los animales ocasionado por su transporte al matadero. En este sentido, los valores elevados de pH determinados a las 24 horas del sacrificio (cerca de 6) se asocian con carnes de corte oscuro, firme y seco (carnes DFD). Por otra parte, los valores de pH bajos (cerca de 5) se asocian a carnes pálidas, blandas y exudativas (carnes PSE).

### 3. COLOR

El color de la carne depende del contenido de pigmentos (fundamentalmente mioglobina, Mb), del estado químico de esta molécula, del estado físico de las proteínas musculares y de la proporción de grasa de infiltración.

La **mioglobina (Mb)** es una proteína compuesta por un filamento de 153 aminoácidos y una molécula llamada "hemo", que contiene un átomo de hierro. Este último es capaz de captar el oxígeno y otras moléculas, cambiando de color.

El color de la mioglobina es púrpura, un rojo oscuro con matices violáceos, a veces también conocida como desoximioglobina. Cuando capta el oxígeno para formar la oximioglobina, el color cambia por un rojo brillante como se ha comentado anteriormente.

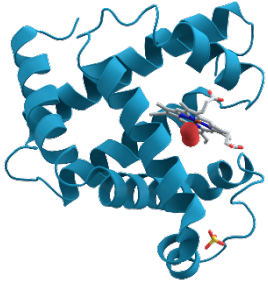
Todo hemos comprados un envase de carne picada de un color rojo que una vez abierta y separada amaga trozos mucho mas oscuros. No, esto no es una estafa, simplemente el oxígeno no ha tenido posibilidad de penetrar en el interior, por lo que la mioglobina no se ha transformado en su versión colorida. Si la dejamos al aire, como el proceso es reversible, el oxígeno se atará a la mioglobina y adoptará un color rojo más brillante, exactamente como sucede en los músculos donde la mioglobina absorbe el oxígeno del flujo sanguíneo, lo capta y lo suela cuando es necesario.

En resumen, el color de la carne no refleja necesariamente su frescura. De hecho, hay que recordar que es el olor, más que el color, el que puede indicar si la carne no está muy fresca o si ha comenzado su proceso de descomposición.

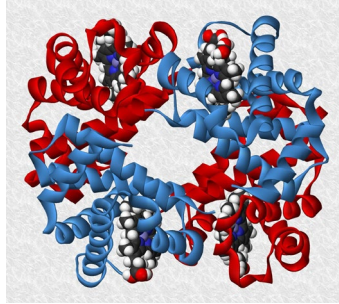
## 5.2. CALIDAD DE LA CARNE

### 3. COLOR

#### La mioglobina



[Public Domain](#)  
mioglobina



hemoglobina

[Public Domain](#)

La **mioglobina** se puede enlazar con otras sustancias, que dan lugar a coloraciones diferentes.

Así, por ejemplo, en la elaboración de muchos embutidos se añade como conservantes como el nitrito de sodio o de potasio cuya función principal, especialmente en fiambre de carne procesada, es prevenir intoxicaciones de **botulina**, que puede llegar a ser mortal. Sin embargo, el efecto secundario es una coloración rosada e impedir que la mioglobina se transforme en metabioglobina, que daría al producto una coloración oscura no muy apreciada por el consumidor.

#### *La ciencia del embutido*

En el interior de embutido, los nitritos producen óxido de nitrógeno (NO) que se une a la mioglobina dando lugar a la nitrosomioglobina. Así durante la cocción, esta proteína se desnaturaliza tomando una coloración rosa. Este fenómeno es aprovechado por algunos productores para añadir un exceso de nitritos para aumentar el color rosa y hacer el producto más atractivo. Además, el ahumado también aporta a la carne una coloración rosada, ya que los óxidos de nitrógeno están presentes en el humo.

El jamón serrano, producido sin nitritos debe su color, en cambio, a un complejo de zinc (Zn) con la protoporfirina IX.



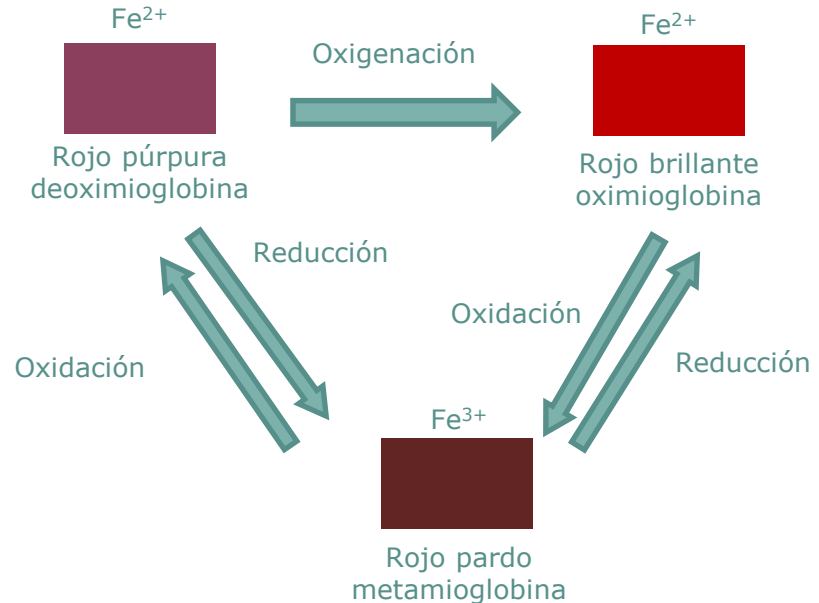
By deramaenrama ([CCBY](#))

## 5.2. CALIDAD DE LA CARNE

### 3. COLOR

La **mioglobina** supone el 95 % del total de pigmentos y se encuentra en estado **reducido ( $\text{Fe}^{2+}$ )** confiriendo a la carne coloración **rojo púrpura**.

La captación de una molécula de **oxígeno** se manifiesta en la coloración **rojo brillante** de la **oximioglobina** ( $\text{MbO}_2$ ), característica de la superficie de la carne fresca. El tercer estado químico de la mioglobina, la metamioglobina (MMb) se produce por la **oxidación** del átomo de hierro ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Este estado procura a la carne un color **pardo** característico rechazado por el consumidor. Durante el momento de la compra de la carne, el consumidor valora la coloración rojo brillante, asociada fundamentalmente a la presencia de  $\text{MbO}_2$ .



## 5.2. CALIDAD DE LA CARNE

### 3. COLOR

Curiosidades...

#### El monóxido de carbono (CO)

De manera análoga a lo que ocurre con el oxígeno, el monóxido de carbono puede enlazarse fácilmente con la hemoglobina dando también un aspecto brillante a la carne. De hecho ha sido utilizado en el envasado de carnes para otórgales un aspecto más saludable y apetitoso. Sin embargo, en la actualidad es una técnica prohibida en la Unión Europea. Además, al contrario que sucede con el oxígeno el CO se separa con mayor facilidad de la hemoglobina. Este hecho también se puede relacionar con la intoxicación por monóxido de carbono, esta ocurre cuando la sangre ya no consigue transportar el oxígeno porque el CO ha ocupado toda la hemoglobina disponible y no permitiendo el acceso del oxígeno.

#### ¿es verde la carne?

El verde no es un color que solamos asociar con la carne. Sin embargo, la carne puede llegar a adoptar esa tonalidad debido a que la mioglobina en presencia de azufre toma ese tono, es decir, cuando se transforma en sulfomioglobina, cuyo cargo característico es una inquietante coloración verde. Como el azufre no es un ingrediente habitual en la cocina, lo mas probable es una carne de tono verdoso en la nevera indique la presencia de moho o bacterias como el *pseomonas mehitica*, así que cuando la carne se pone verde en el frigorífico hay que tirarla y limpiarlo bien.

### 4. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA

La Capacidad de Retención de Agua (CRA) es la capacidad que tiene la carne para retener su agua constitutiva durante la aplicación de fuerzas externas o de un tratamiento. Esta propiedad afecta a aspectos cualitativos de la carne como son la retención de vitaminas, minerales o las sales, y cuantitativos como puede ser el volumen de agua retenida.

La distribución del agua en el músculo depende de la interacción proteína-agua y de la interacción proteína-proteína de los espacios del retículo proteico muscular donde se albergan las moléculas de agua.

### 5. TEXTURA

El concepto de textura engloba una gran variedad de características de orden físico de un producto dado. En la carne, cualidades tan importantes como la dureza, resistencia al corte, ternura, jugosidad, fibrosidad, etc. estarían englobadas dentro de ese amplio concepto que hemos llamado textura y que puede ser valorado tanto instrumental como sensorialmente.



Ejemplo de carne poco hecha y muy hecha

By cubicgarden ([CC BY NC SA](#))

### 5.3. ESTRUCTURA FÍSICA DE LA CARNE

Un músculo es como un enorme cable eléctrico, constituido por cables más pequeños, que a su vez están compuestos de largos filamentos. Igual que en los cables eléctricos cada nivel tiene un tipo de vaina que protege y separa los hilos entre sí. Todas esas vainas están hechas de un tejido conjuntivo, principalmente compuesto por una proteína fibrosa. El tejido conjuntivo es una especie de pegamento biológico que une diferentes tejidos (como el músculo con el hueso) o filamentos más pequeños para formar la estructura muscular.

#### TEJIDO CONJUNTIVO

El tejido conjuntivo sirve para unir partes distintas (fascículos musculares y fibras en el interior del músculo), pero también para ligar partes distintas (músculos y huesos) o canalizar la sangre.

Esta formado principalmente por proteínas, sobre todo **tropocolágeno**, pero también **elastina**, **laminina** y otros.

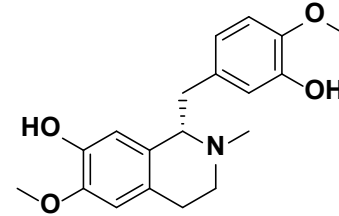
En la carne hay 3 tipos de tejido conjuntivo, formados especialmente por elastina y colágeno

La elastina es la proteína que compone los cartílagos, los vasos sanguíneos y los ligamentos. Organizada en una estructura elástica, es insoluble en agua y acaba endureciéndose en una cocción. Salvo excepciones, el contenido de elastina en los músculos es muy bajo: el 0,1-0,2 % del tejido conjuntivo total. Puede aparecer en la película externa del músculo, que es eliminado con un cuchillo durante la preparación de la pieza de carne

### 5.3. ESTRUCTURA FÍSICA DE LA CARNE

#### TEJIDO CONJUNTIVO

Los otros dos tejidos conjuntivos son la **colágeno** y el **reticulina**.

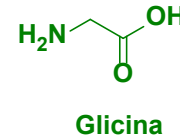


Reticulina

El constituyente principal del colágeno es el **tropocolágeno**, la proteína estructural más común del reino animal. Puede representar hasta 1/3 de todas las proteínas de un organismo y sus tres largas fibras proteicas están enroscadas en una triple hélice, como una cuerda como sea visto anteriormente.

Secuencia de aminoácidos del tropocolágeno:

Glicina  
Prolina  
hidroxiprolina



El **tropocolágeno** forma una hélice triple de tres cadenas polipeptídicas iguales, de unos 1.400 aminoácidos cada una, que se encuentran formando una hélice levógira cada una. Y según como se organice el tropocolágeno puede formar diferentes tipo de tejido conjuntivo, un poco como sucede con los hilos de lana o algodón con los que se puede tejer telas con tramas diferentes.

**Curiosidad:** se han identificado al menos 28 tipos de diferentes disposiciones de tropocolágeno, pero en los músculos encontramos casi exclusivamente colágeno I y el colágeno II



### TEJIDO CONJUNTIVO

La cantidad de **colágeno**, formado por filamentos de tropocolágeno, pero unidos de manera diversa, presente en un trozo de carne cruda impacta directamente en la sensación de ternura o de dureza cuando le hincamos el diente.

Las fibras de colágeno se encogen cuando las calentamos. La temperatura en la que se produce esta contracción varía en función de las diferentes especies. Para los pescados está alrededor de los 45°C, mientras que para los mamíferos está entorno a 60°C.

Las vainas de los fascículos, el perimio (zonas del tejido muscular), están hechas de colágeno, que a diferencia de la reticulina, se disuelve en agua. Tras encogerse, si se calientan en un entorno acuoso, estas fibras pueden disolverse lentamente, y liberar así el tropocolágeno y los filamentos proteicos individuales, para obtener la gelatina. El resultado final es un aumento de la lubricación entre fibras y fascículos, que nos deja una carne más tierna y succulenta.

**Reticulina** o el tejido conjuntivo reticular tiene una estructura de malla muy fina y, al igual que la elastina, es insoluble en agua. Recubre órganos, como los pulmones y los riñones, pero también algunos músculos: el epimio, por ejemplo, puede contener mucha reticulina, además de elastina, y por lo tanto, se tiene que eliminar con el cuchillo, sino durante la cocción se endurece y resulta incomedible..

## 5.3. ESTRUCTURA FÍSICA DE LA CARNE

### TEJIDO MUSCULAR

El tejido muscular está compuesto por diferentes fibras, que a su vez estas están constituidas por vainas más pequeñas:

**Fibras.** Son muy delgadas, espesor menor que el diámetro de un pelo, pero pueden alcanzar longitudes muy grandes. Las fibras están recubiertas por una vaina de tejido conjuntivo llamada **endomisio**, que no se disuelve ni a una temperatura de 100 °C. Constituye menos del 10 % del tejido conjuntivo.

**Microfibrillas y sarcomeros.** En el interior de una fibra muscular se encuentran miles de microfibrillas, a veces llamadas solamente fibrillas. Son como hilos de cobre individuales que vemos cuando quitamos la vaina de plástico de un pequeño hilo eléctrico. A su vez, cada microfibrilla está compuesta de unidades elementales, llamadas sarcomeros que son capaces de alargarse y contraerse de manera sincronizada.

**Fascículos.** Las fibrillas y las fibras son demasiado pequeñas como para detectarlas a simple vista: cuando miramos un trozo de carne, las estrías que se observan, algunas veces más marcadas, otras casi imperceptibles, son los fascículos, compuestos por muchas fibras, mantenidas, juntas gracias a las vainas de colágeno, que aquí llamamos perimisio" y constituye el 90 % del tejido conjuntivo interno del músculo.

Curiosidades...

Cuando hacemos un estofado o un guiso, de los trozos de carne sales algunos hilos. Son los fascículos musculares, compuestos por alrededor de 150-200 fibras, que se separan después de la larga cocción haya disuelto por completo su vaina. En algunas recetas, como la de cerdo deshilachado este es el rasgo principal del plato.

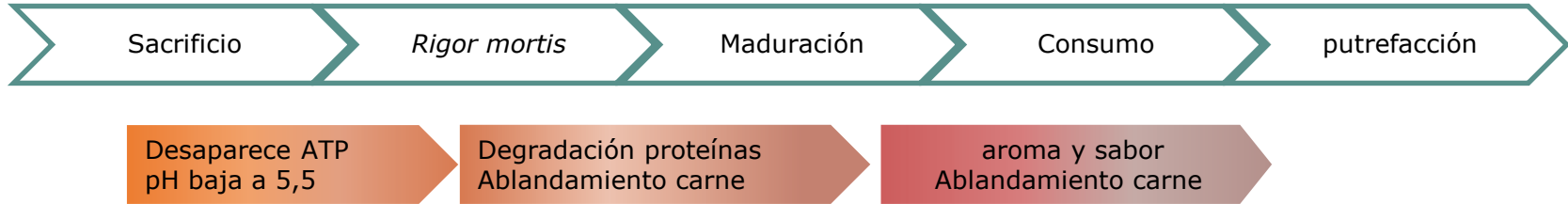
## 5.3. ESTRUCTURA FÍSICA DE LA CARNE

### TEJIDO MUSCULAR

**Músculos.** Al nivel jerárquico más alto, finalmente, tenemos el músculo, compuesto de varios fascículos, mantenidos juntos por el perimysio y envueltos exteriormente por el epimysio: el tejido conjuntivo blanquecino que se percibe a simple vista. En general, es más dura que la vaina que envuelven las fibras y los fascículos, especialmente cuando nos acercamos al hueso, porque tiene que mantener unidos el músculo entero y permitir que se contraiga y distienda, deslizándose entre los músculos vecinos. A veces, el carnicero/a secciona y separa los músculos individuales, como en el solomillo o el redondo. En otros cortes, especialmente lo que se sacan de las partes menos nobles del animal, varios músculos se cortan juntos y se venden en filetes o en tactos o bien picados.

### 5.3. MADURACIÓN DE LA CARNE

La **maduración de la carne** es el proceso a través del cual se produce de forma natural un ablandamiento de la carne. El objetivo de la maduración es ganar terniza de la carne, sin embargo, hay que tener en cuenta que la terniza obtenida a través de la maduración es inversamente proporcional a la potencia de sabor que va a tener la carne. Por lo tanto, un buen proceso de maduración buscará equilibrar ambas cualidades para alcanzar un punto óptimo, es decir, **ganar terniza sin perder sabor**



Tiempo maduración tipos de carne

	Bovino	Ovino	Caprino	Porcino	Equino	Aves	Conejo
Tiempo	7 días	4 días	4 días	3 días	6 días	12 horas	12 horas

## 5.4. TIPOS DE CARNE

Para la gastronomía, las carnes se dividen en blancas y rojas. Esta variedad depende de la cantidad de **mioglobina** que contiene y del tipo de fibra muscular.

### Carne roja

Hace referencia al color rosado o rojo que tienen estos alimentos en su estado crudo. La carne roja está compuesta por fibras del tipo I o lentas.



By with wind ([CC BY NC](#))

- Carne de res: Para bistec, asados, guisos, barbacoas
- Carne de cerdo: Costillas, jamones, falda, espaldilla, paletilla
- Carne de caballo: Bistec, milanesas, guisos, estofados
- Carne ovina: Cordero, borrego, oveja, capón y carnero

**Pero ¿por qué es roja?** lo que determina el color rojizo en la carne es su concentración de **mioglobina**

Como hemos explicado antes la mioglobina presente en la carne es la que le da una coloración rojo oscuro a la carne, se puede considerar que es un "pariente cercano" de la hemoglobina y es capaz de interactuar con el oxígeno de manera reversible, así, puede almacenar oxígeno y liberarlo cuando los músculos lo necesiten.

### Carne blanca

La carne denominada blanca presenta un color menos rojizo y por ser aquellas que no proceden de mamíferos a excepción del conejo. La carne blanca contiene fibras de tipo II o, también llamadas rápidas.



By wuestenigel ([CC BY 2.0](#))

- El pollo: Pechugas, contramuslo, muslos
- El pavo: Pechugas, filetes, carne picada
- Gallina: Especial para sopas, guisos, estofados
- Conejo: Preparaciones como salmorejo, guisos, chuletilas, estofados
- Excepcionales como el cordero y el cerdo como en el caso del lomo que, cuando son jóvenes, se consideran como carne blanca.

Las fibras blancas se utilizan en los movimientos rápidos, de corta duración. Por lo general las aves destinadas a carne vuelan de manera excepcional, y cuando lo hacen aprovechan los músculos del pecho de fibra blanca, a pesar de que casi siempre cautivas son capaces de volar aunque solo durante un periodo corto. Las fibras blancas sacan la energía necesaria del glicógeno, la reserva de glucosa, localizada en el músculo. El proceso metabólico encargado de este aporte se denomina glucólisis, las fibras blancas tienen la capacidad de quemar el combustible más deprisa de lo que el flujo sanguíneo puede transportar el oxígeno. Como no necesitan mucho oxígeno, contienen poca mioglobina y, por lo tanto, tienen un color más claro. Los músculos compuestos mayoritariamente por fibras blancas, sin embargo, no pueden mantener ese tipo de metabolismo durante mucho tiempo.

### Curiosidades de las fibras blancas y rojas...



By Rosanna Ferreira ([CC BY 2.0](#))

Si realizamos ejercicio a la máxima velocidad posible o de manera repentina, proceso anaerobio, y brusca corremos el riesgo de desplomarnos en el suelo con las piernas pesadas y doloridas. Esto es debido a que habremos activado las fibras blancas, que en su metabolismo rápido, producen **ácido láctico**, el cual se acumula en los músculos produciendo lo que comúnmente se conoce como “*agujetas*”, las cuales solo desaparecen al eliminar este ácido de los músculos. Necesitamos tiempo para eliminar el ácido láctico, y esa es la razón por la que las fibras blancas solo funcionan durante un breve periodo.

Si el músculo, en cambio, funciona de manera continua el proceso será aerobio, en este caso los músculos necesitan mucho oxígeno para permitir que las fibras rojas, más lentas quemen las grasa, esto es, el combustible que utilizamos en este tipo de metabólico. Estas fibras tienen un contenido elevado de mioglobina, que suministra el oxígeno lo que hace que los músculos tenga un color mas oscuro, así como un contenido de grasa superior al de las fibras blancas.

Los muslos del pollo siempre están en movimiento, por lo que contendrán más fibras rojas que el pecho (la pechuga) que es mucho más claro. Así los muslos tendrán más grasa y por lo tanto también serán más sabrosos.

## 5.4. TIPOS DE CARNE

### Carne blanca

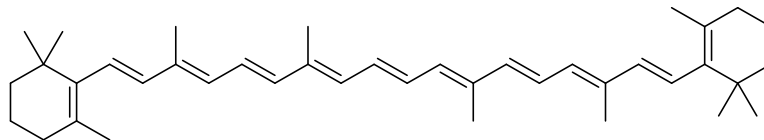
En realidad no existen músculos solo con fibras blancas o solo con fibras rojas, que cada musculo puede ser utilizado para movimientos breves y rápidos, o lentos y largos. Por eso los músculos suelen contener ambos tipos de fibras. En el pollo, por ejemplo, la pechuga contiene un 10 % de fibras rojas, mientras que en ocas, patos y codornices ese porcentaje oscila alrededor del 75-85 %.

### Otros pigmentos rosados

Además de la mioglobina, existen otros pigmentos en la carne que pueden tener influencia en el color. Por ejemplo, **el citocromo c**, una proteína de color rojo que aporta color a la carne, sobre todo en animales de caza y en las aves. Además, está molecular es mas estable al calor que la mioglobina y como curiosidad es en gran medida responsable del color rosa del pavo cocido que solemos comer.

### Color amarillento

Por otro lado, al ir al supermercado a menudo nos hemos encontrado con pollos con un visible color amarillento. Este color amarillento que adoptan la carne y la piel del pollo, habitualmente en los denominados pollos de corral o camperos, es debido a los  **$\beta$ -carotenos** que contiene su alimentación. Por lo general, un pollo de corral, libre de escharbar a sus gusto y de moverse tendrá unos músculos más ejercitados lo que hará que sus carnes sean más oscuras que un pollo criado con poca posibilidad de movimiento.



$\beta$ -caroteno





## 5.4. TIPOS DE CARNE

¿Sabías que...?



By buteos ([CC BY NC SA](#))

Las **ballenas** son mamíferos, y a pesar de pasar gran parte de su tiempo bajo el agua, tienen que volver a la superficie periódicamente para respirar y almacenar oxígeno. El record de apnea lo estableció el cachalote, capaz de permanecer bajo el agua más de una hora. Para sobrevivir inmerso durante tanto tiempo, las ballenas tienen tanta **mioglobina** en los músculos que su carne es de color **casi negro**.

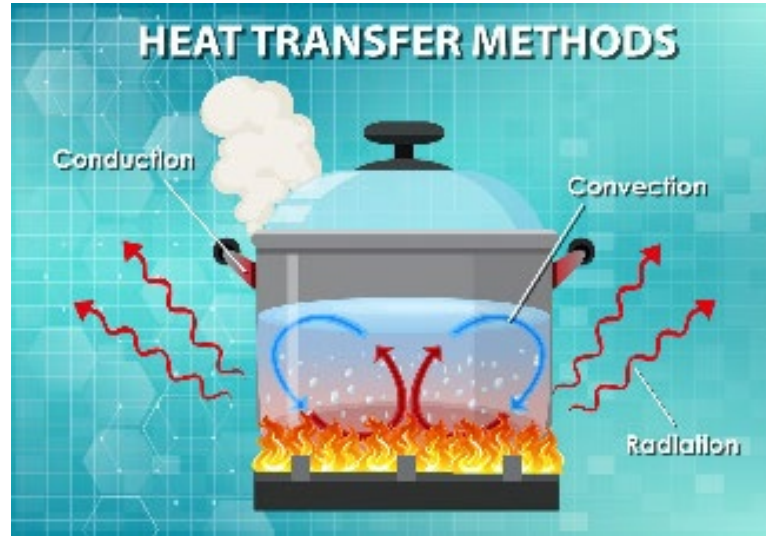
## 5.4. TIPOS DE CARNE

Diferencias entre fibras blancas y rojas

Característica	Fibras rojas	Fibras blancas
Carburante principal	Grasa	Glucosa
Metabolismo	Con oxígeno	Sin oxígeno
Actividad	Movimiento de larga duración	Explosiva y de corta duración
Color	Rojo	Rosa/blanco
Contenido de mioglobina	Alto	Bajo
Contenido de grasa	Alto	Bajo
Sabor	Intenso	Moderado

## 5.5. COCINADO DE LA CARNE

Existen muchas formas de cocinar: a la plancha, al horno, a la parrilla, en una cazuela de agua hirviendo, al vapor, asada, etcétera. Sin embargo, si analizamos detenidamente todos ellos se basan en los métodos de transferencia de calor fundamentales: **conducción, convección y radiación**.



By brgfx [Freepik licence equivalent to CC BY NC](#)

### CONDUCCIÓN

El proceso de conducción es el proceso por el que la transferencia de calor basado en el contacto directo de los cuerpos, dando lugar a un flujo de calor de mayor temperatura al de menor. Por ejemplo, si ponemos una sartén en el fuego, este se encuentra a gran temperatura y al contacto con la sartén se transferirá calor aumentando la temperatura de la misma. De manera microscópica, las moléculas en contacto directo con el fuego empiezan a vibrar cada vez con más velocidad, se golpean con las otras moléculas en su entorno (sartén) cediéndoles energía en forma de calor. De la misma manera que se calienta la sartén los alimentos depositados en ella se calentarán siguiendo el mismo proceso.

A la hora de cocinar hay que tener en cuenta que hay ciertos materiales que conducen el calor con mayor facilidad resultando idóneos para la cocina, por ejemplo metales y de manera inversa hay ciertos materiales que impiden el paso de calor estos se denominan aislantes.

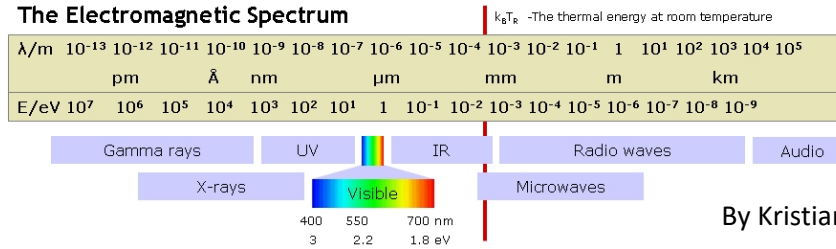
### CONVECCIÓN

Por otro lado en la transferencia de calor por convección tienen lugar dos mecanismos de transferencia de manera simultánea. Así, el primer proceso será un proceso de conducción al que se le une un segundo proceso en el cual se genera una transferencia de energía debida al movimiento (cambio de presión, viscosidad...). Así por ejemplo en una cazuela, primero se calentarán las paredes de la misma debido a la conducción y se producirá un movimiento de las moléculas ya que la temperatura a la que se las moléculas en el agua en el fondo de la cazuela será superior a la de las moléculas que se encuentran en superficie generándose por lo tanto un movimiento de las moléculas de agua esto hace que los alimentos sumergidos en el agua se calienten más rápidamente debido a esta acción combinada.

Este mismo proceso se puede producir en un horno, en los denominados hornos de convección, en los que se calienta el horno y se añade una ventilación para producir el movimiento del aire caliente dentro del mismo y una cocción más rápida de los alimentos. El ventilador hace que el aire distribuya el calor de manera más eficaz, reduciéndose los tiempos de cocción con respecto a un horneado tradicional (solo conducción).

### RADIACIÓN

La transferencia de calor por radiación se basa en la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas, en la figura podemos ver el espectro de las ondas electromagnéticas. Este mecanismo es el mismo por el cual en verano nos calentamos al sol, es decir, el sol emite unas radiaciones electromagnéticas las cuales son capaces de calentarnos si no también de ponernos morenos. Las ondas electromagnéticas producirán diferentes efectos en función de sus características (su energía o su longitud de onda).



Así, por ejemplo si tenemos una parrilla, horno o cuerpo incandescente de metal este emite un rayos electromagnéticos (generalmente en la región del infrarrojo) que son absorbidos por el alimento y se calienta. Sin embargo no es necesario el uso de cuerpos incandescentes para cocinar los alimentos por radiación. Por ejemplo, en un horno de microondas la energía se transmite a través de la radiación, pero las ondas son de tipo distinto a las que produce una resistencia incandescente, y son absorbidas solo por algunas moléculas, como el agua, y no por otras.

## 5.5. REACCIONES MAILLARDS Y EL SABOR DE LA CARNE

Puede parecer extraño, pero el 95 % del contenido de una pieza de carne NO TIENE NINGÚN SABOR. de hecho, las proteínas, en su estado inicial y con pocas excepciones, están totalmente exentas de sabor, igual que el agua. El sabor de la carne cruda se debe únicamente a su 5 % restante, y ya sabemos que en su mayor parte es grasa. Aunque la **grasa** no tiene mucho sabor, **lo pueden absorber fácilmente**.

**Ejemplo:** una vez abierta la mantequilla, se pone en la nevera bien envuelto con su papel. Esto sirve para que no se ponga rancia muy deprisa, debido a la oxidación de las grasas, pero también para evitar que todas las moléculas presentes en la nevera puedan llegar a la superficie grasa de la mantequilla que las absorbe fácilmente. Las grasas son un excelente disolvente para muchas moléculas que no se diluyen en el agua, y un paquete de mantequilla al descubierto funciona como una esponja para todos los olores de la nevera.



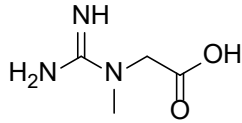
mantequilla [Public Domain](#)

Lo mismo ocurre en el cuerpo de un animal, a lo largo de su vida, las células (los adipocitos) pueden absorber moléculas de gustos y aromas característicos y cuanto más envejece un animal, más tiempo habrán tenido su grasa para absorber sabores. Por eso la alimentación del animal, junto a los inevitables factores genéticos, es responsable de la buena parte del sabor de la carne. Si la dieta del animal incluye heno o hierba el sabor de la carne es más intenso.

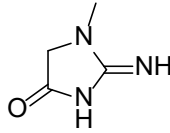
Las fibras blancas utilizan como carburante la glucosa, almacenada localmente en forma de glicógeno, mientras que las fibras rojas queman también la grasa. Por ello, la carne roja, con sus fibras más ricas en grasa, es más sabrosa que la carne blanca.

## 5.5. REACCIONES MAILLARDS Y EL SABOR DE LA CARNE

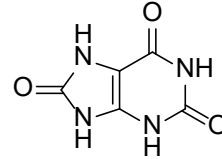
Mientras que la carne cuece a temperaturas inferiores a 100 °C, su sabor procede principalmente de compuestos nitrogenados, derivados del metabolismo de las proteínas, como la **creatina**, la **creatinina** y el **ácido úrico**, acumulados en las células.



creatina

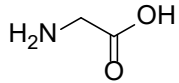


creatinina

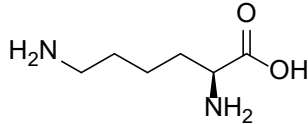


Ácido úrico

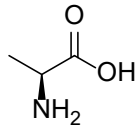
Si la cocción es muy larga, como en la preparación de un caldo, las proteínas pueden empezar a degradarse y liberar aminoácidos individuales, cada uno con su sabor característico. Algunos como: la glicina, la lisina y la alanina, otorgan matices dulces al alimento. Otros como el triptófano y la arginina, un sabor amargo, mientras que el ácido glutámico es importante por su contribución al sabor de la carne hervida, y no es casualidad que si el glutamato, su sal sódica, sea uno de los componentes principales de un extracto o cubito de carne igual que de un caldo después de largo tiempo de cocción.



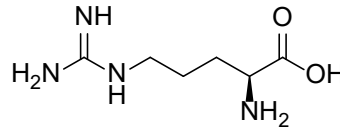
Glicina



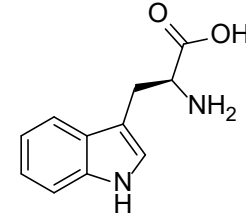
lisina



Alanina



Arginina



Triptófano

Sabor dulce

Sabor amargo

Imagen propia

## 5.5. REACCIONES MAILLARDS Y EL SABOR DE LA CARNE

También las grasas, especialmente las no saturadas, contribuyen en pequeñas dosis al sabor y al aroma de la carne cocida, porque empiezan a transformarse y a degradarse en muchos otros compuestos que, al olerlos en forma pura, revelan un abanico de aromas. La oxidación de las grasas en grandes cantidades, sin embargo, forma compuestos con olores poco agradables, más bien rancio, como le ocurre a la mantequilla que haya pasado demasiado tiempo en la nevera, aunque sea bien envuelta. Este es un problema, que a veces puede presentarse en animales cuyas grasas tengan un contenido demasiado alto de ácidos grasos insaturados, debido a una alimentación a base de hierba o heno. La carne cocida puede entonces presentar notas de sabor que los catadores profesionales describen como sabor a *hígado*.

En general los sabores y aromas de la carne cocida a **baja temperatura** son más bien **suaves**. Sin embargo, esto cambia drásticamente si metemos la carne en el horno o la sartén y la asamos.



## 5.5. REACCIONES MAILLARDS Y EL SABOR DE LA CARNE

Cuando la carne supera con mucho la del ebullición del agua, la carne desarrolla nuevos aromas, sabores y colores. las grasas presentes se disuelven rápido, empiezan a oxidarse en presencia de oxígeno y los nuevos compuestos aportan sabor. pero los sabores creados a **temperaturas elevadas** depende sobre todo de las **proteínas y azúcares**.



la responsable es una reacción química conocida como la **REACCIÓN DE MAILLARD**

Si durante la cocción, un alimento "oscurece", casi siempre es obra de esta reacción que se produce a gran velocidad a altas temperaturas, habitualmente superiores a 140 °C. Para ello, han de estar presentes **aminoácidos** y algunos tipos de **azúcar**. las proteínas compuestas por aminoácidos, aparece en casi todos los alimentos, incluso los vegetales, pues, como lo azúcares son necesarias para todo organismo vivo y, por eso estas reacciones de oscurecimiento son tan comunes.

## 5.5. REACCIONES MAILLARDS Y EL SABOR DE LA CARNE

La reacción de Maillard consiste en el conjunto de **reacciones químicas** producidas entre las proteínas y los azúcares de los alimentos a altas temperaturas y que generan ese **color, sabor y olor a tostado**. Esta reacción se da principalmente entre una amina de un aminoácido (procedente de la descomposición de una proteína) y un grupo carbonilo (como un aldehído o cetona) de un azúcar como la **glucosa**. Generalmente, puede pasar a cualquier temperatura, pero como pasa con casi todas las cinéticas de reacciones a temperaturas bajas la velocidad es muy baja. A más de 130°C su velocidad empieza a ser apreciable.

Ni en hervidos ni en microondas se dan estas reacciones, pero si en **fritos, asados, planchas y hornos**

### ETAPAS DE LAS REACCIONES DE MAILLARD

Por los sentidos podemos percibir varias etapas de esta reacción....

- Etapa I: **no se produce modificación de color**.
- Etapa II: en esta fase ya hay **formación de colores amarillos ligeros**, así como la producción de olores.
- Etapa III: en esta etapa se produce la **formación de pigmentos oscuros**, los responsables del color amarronado característico de los alimentos tostados. Esta etapa suele ser visible a partir de los 140°C.



Etapa I



Etapa II



Etapa III

## 5.5. REACCIONES MAILLARDS Y EL SABOR DE LA CARNE

### ETAPAS DE LAS REACCIONES DE MAILLARD

Químicamente...

- Etapa I: No existe producción de color. Se da la unión entre los azúcares y los aminoácidos. Posteriormente se le dará el nombre de: reestructuración de **Amadori** (Azúcares + proteínas).
- Etapa II: Existe la formación inicial de colores amarillos muy ligeros, así como la producción de olores algo desagradables. En esta fase se produce la deshidratación de azúcares formándose las reductonas o dehidrorreductonas y tras esto se sobreviene la fragmentación. En el paso posterior, conocido como degradación de Strecker, se generan compuestos reductores que facilitan la formación de los pigmentos.
- Etapa III: En esta tercer fase se produce la formación de los conocidos pigmentos oscuros que se denominan melanoidinas; el mecanismo no es completamente conocido, pero es seguro que implica la polimerización de muchos de los compuestos formados en la anterior segunda fase.
- Etapa IV: La última fase es la degradación de Strecker. En esta fase se forman los denominados aldehídos de Strecker que son compuestos con bajo peso molecular que se detectan fácilmente por el olfato.

# 5.5. REACCIONES MAILLARDS Y EL SABOR DE LA CARNE

## ETAPAS DE LAS REACCIONES DE MAILLARD

Reacción de Maillard

Químicamente...

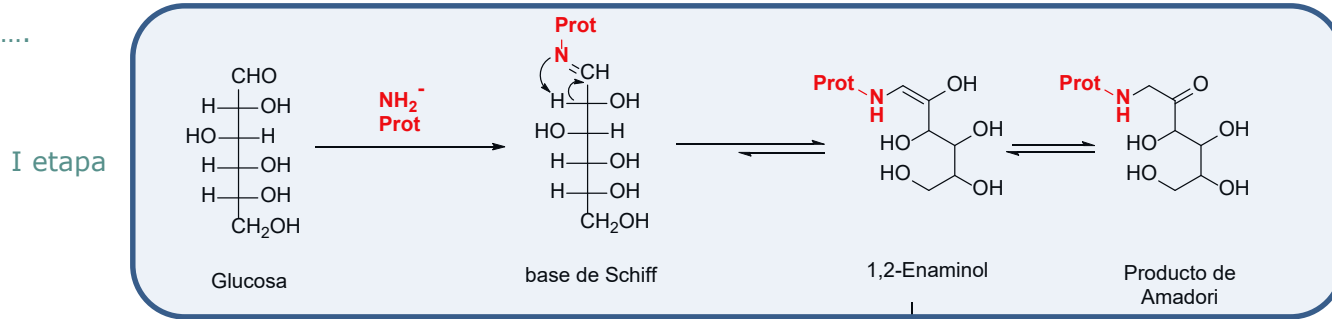
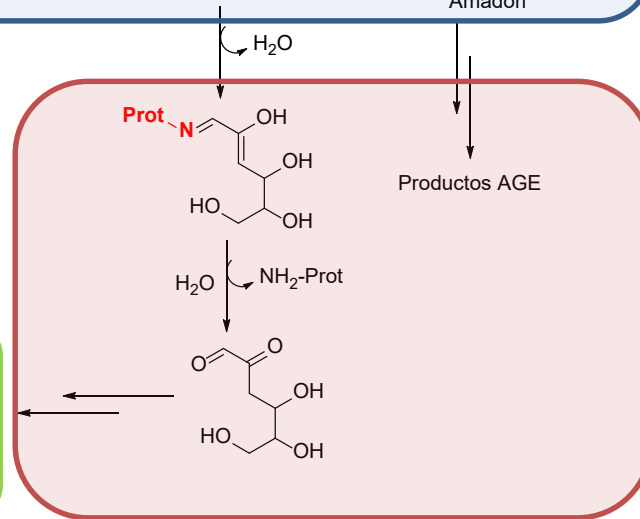
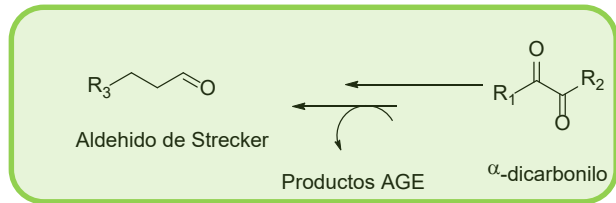


Imagen propia



IV etapa



## 5.5. REACCIONES MAILLARDS Y EL SABOR DE LA CARNE

### Curiosidades de esta reacción...

#### Temperatura y reacción de Maillards

**Altas temperaturas**, y bajos contenidos de humedad, así como un medio alcalino **promueven** en conjunto la **reacción de Maillard**. Los bajos niveles de contenido de humedad, son imprescindibles puesto que a 100°C se forma vapor de agua, En otras palabras, el cambio de coloración solo tiene lugar cuando todo el contenido de agua se ha vaporizado.

La velocidad de la reacción de Maillard aumenta, proporcionalmente al incremento de la actividad del agua; alcanzando un máximo en el entorno de 0.6/0.7. Sin embargo, puesto que la reacción de Maillard produce agua, el aumento de la actividad del agua por encima de este nivel, puede llegar a inhibir la reacción de Maillard.

#### pH y reacción de Maillards

En un entorno **ácido**, con pH inferiores a 7, la reacción se **ralentiza**. Rociar la carne con zumo de limón antes de ponerla en la sartén ralentizará su velocidad de marcado, mientras que una pizca de **bicarbonato (medio alcalino)** la **acelerará**.

#### Otras hipótesis

Se ha establecido que en la carne de bocado la reacción de Maillard se produce principalmente entre la ribosa, un azúcar presente en los ácidos nucleicos y la cisteína, a pesar de que los detalles todavía no están claros y algunos especulan que una parte de los compuestos gustosos, resultado de la cocción de carne roja de vacuno de hecho, no deriva de la reacción de Maillard, sino de la descomposición de la mioglobina, una proteína muy presente en la carne roja

## 5.5. REACCIONES MAILLARDS Y EL SABOR DE LA CARNE

Pero, ¿Qué pasa si sobre cocinamos demasiado?

Reacción Maillard: desventaja

La sobrecocina de los alimentos hace que se disminuya su valor nutritivo, ya que las proteínas y carbohidratos que contenga el alimento empezarán a degradarse completamente. Mediante el exceso cocción se pueden originar compuestos mutagénicos como la **acrilamida**.

En la figura de la derecha se puede observar la evolución de la cebolla cocinada a la plancha por el efecto de la Reacción de Maillard.



Imagen propia

By SlideSF, [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



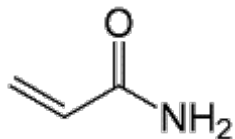


Imagen propia

La acrilamida es una sustancia química que se crea de forma natural en productos alimenticios que contienen almidón durante procesos de cocinado cotidianos a altas temperaturas (fritura, tostado, asado y también durante procesos industriales a 120°C y a baja humedad)

### Efectos en el cuerpo

- Animales de laboratorio →
  - mutaciones genéticas y tumores
  - efectos nocivos en el sistema nervioso
- Humanos → aumento del riesgo de desarrollo de cáncer (en el riñón, el endometrio y los ovarios)

*La acrilamida y su metabolito, la glicidamida, son **genotóxicas** y **carcinógenas***



podría dañar de forma potencial el ADN y conllevar la aparición de cáncer