



Universidad Nacional de Quilmes

Aplicaciones de la reacción de Maillard en productos panificados

Paula Sceni

Mariela Balian


Mabel Rembado



12 de julio de 2008

El color de los alimentos

Intrínseco de los alimentos  Pigmentos

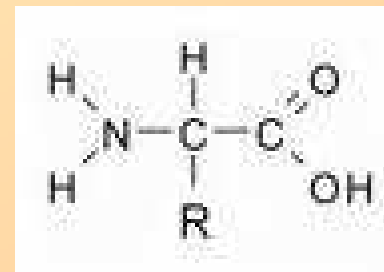
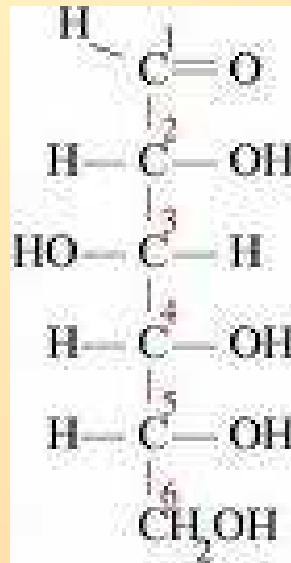
Agregado a los alimentos  Colorantes

Producidos por reacciones de pardeamiento enzimáticas  Oxidación de frutas y vegetales

Producidos por reacciones de pardeamiento no enzimáticas  Caramelización
 **Reacción de Maillard**

Reacción de Maillard

Es un conjunto de reacciones muy complejas que generan color y aroma durante la cocción o elaboración de alimentos que contienen **hidratos de carbono y aminoácidos o proteínas.**



Panes

Composición nutricional cada 100 gr.

Hidratos de carbono: 55 g

Proteínas: 7 g

Lípidos: 0.8 g

Fibra: 4 g

Agua: 33.2 g



Galletitas dulces

Composición nutricional cada 100 gr.

Hidratos de carbono: 63.8 g

Proteínas: 6.6 g

Lípidos: 13 g

Fibra: 3 g

Agua: 13.6 g



Dulce de leche

Composición nutricional cada 100 gr.

Hidratos de carbono: 55 g

Proteínas: 7.5 g

Lípidos: 7.5 g

Fibra: 0 g

Agua: 30 g



Carne

Composición nutricional cada 100 gr.

Hidratos de carbono: 1 g

Proteínas: 15-20 g

Lípidos: 3 g

Minerales: 1 g

Agua: 75-80 g



Papas

Composición nutricional cada 100 gr.

Hidratos de carbono: 22.3 g

Proteínas: 2.1 g

Lípidos: 0.1 g

Fibra: 0.6 g

Agua: 74.9 g

Efectos de la reacción

Favorables

Produce el color y aromas característicos en alimentos cocidos:

- Panificados
- Carnes
- Dulce de leche

Desfavorables

Produce color y aromas desagradables cuando se excede la temperatura y/o el tiempo de cocción.

Disminuye el valor biológico de las proteínas

Se pueden distinguir 2 etapas principales:

- **Inducción:** Formación y acumulación de compuestos intermedios muy reactivos.

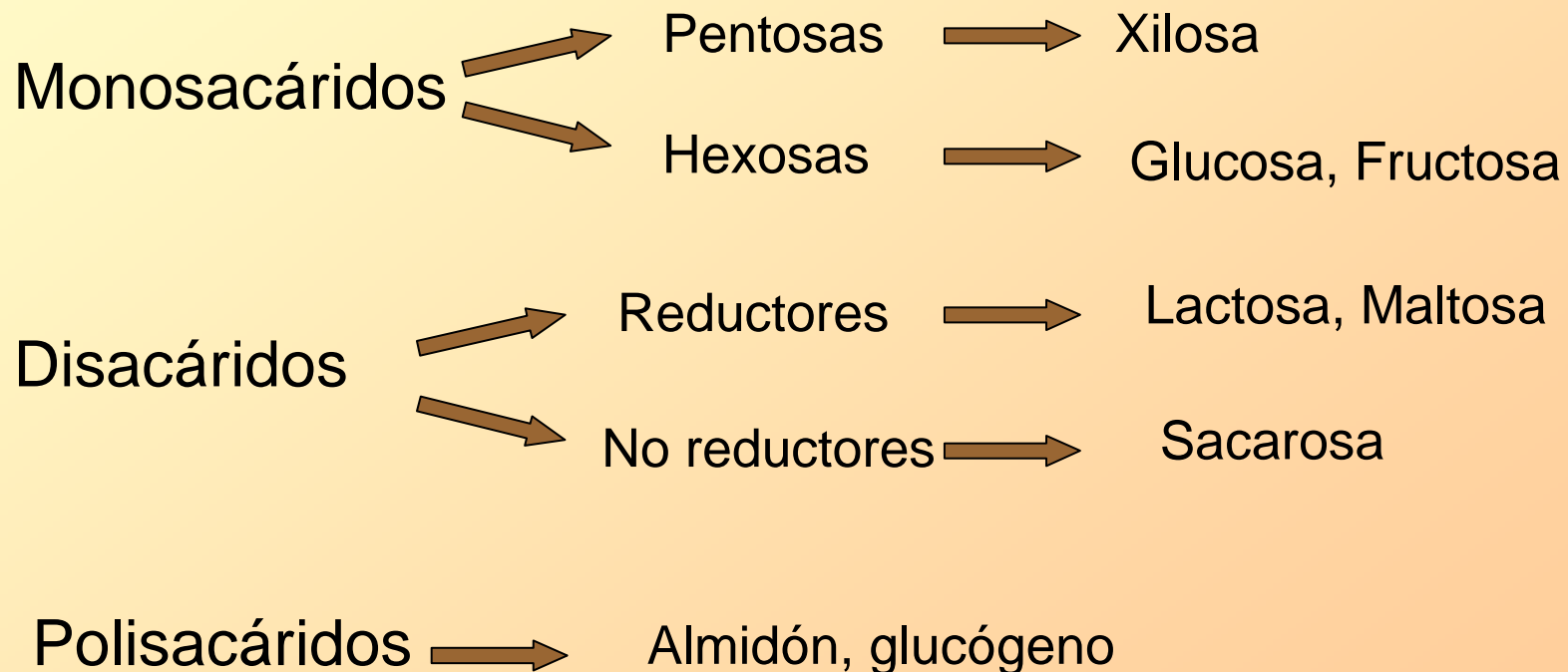
- **Formación compuestos volátiles y polímeros:** Los compuestos intermedios reactivos formados en la etapa anterior sufren reacciones de escisión y polimerización, dando lugar a la formación de moléculas de bajo peso molecular y volátiles (responsables del aroma) y a pigmentos de elevado peso molecular (responsables del color).

Factores que influyen en la reacción de Maillard

- 1- Tipo de hidrato de carbono
- 2- Tipo de aminoácidos o proteína
- 3- Concentración de sustratos
- 4- Tiempo y temperatura de cocción
- 5- pH
- 6- Actividad de agua
- 7- Presencia de inhibidores

1- Tipo de hidrato de carbono

Los hidratos de carbono se pueden clasificar según su estructura química en :



La intensidad de la reacción depende del tipo de hidrato de carbono

- Los monosacáridos dan una reacción más intensa que los disacáridos.
- Dentro de los monosacáridos, las pentosas dan reacción más intensa que las hexosas
- Dentro de los disacáridos, los azúcares reductores dan mayor intensidad que los no reductores

Pentosas > Hexosas > Disacáridos reductores > Disacáridos no reductores



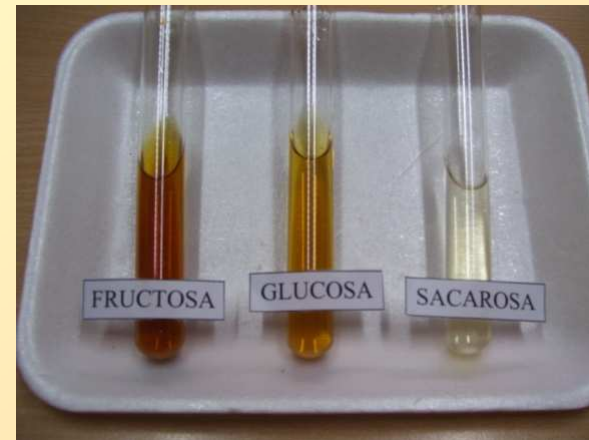
Galletitas con distintos azúcares

Ingredientes

Harina 120g, Manteca 30g, Huevo 25g,
Azúcar 50g, Leudante 3g.
Cocción a 180°C - 15min

Variables

Tipo de Azúcar	Cantidad de Azúcar	Leudante
Fructosa	50 g	$\text{NaHCO}_3 + \text{CaHPO}_4$
Glucosa	50 g	$\text{NaHCO}_3 + \text{CaHPO}_4$
Sacarosa	50 g	$\text{NaHCO}_3 + \text{CaHPO}_4$



Soluciones con distintos azúcares

Condiciones

Se mezclaron 4 ml de solución de azúcar, 4 ml de solución de glicina 1.5 M. Se calentaron los tubos en estufa a 80°C durante 12 horas

Variables

Tipo de Azúcar	Concentración de Azúcar	pH
Fructosa	3M	Neutro
Glucosa	3M	Neutro
Sacarosa	3M	Neutro

2- Tipo de proteínas y aminoácidos

Las proteínas son largas cadenas de aminoácidos.

Existen 20 aminoácidos, que se pueden clasificar según su estructura química en:

Aminoácidos alifáticos	➔	Glicina, alanina, valina*, leucina*, isoleucina*, prolina
Aminoácidos aromáticos	➔	Fenilalanina*, tirosina, triptofano*
Aminoácidos básicos	➔	Lisina*, arginina, histidina
Aminoácidos ácidos	➔	Ácido aspártico, ácido glutámico
Aminoácidos neutros	➔	Asparagina, glutamina
Aminoácidos hidroxilados	➔	Serina, treonina*
Aminoácidos azufrados	➔	Cisteína, metionina*

* *Aminoácidos esenciales*

El **aroma de los productos** de reacción depende de los aminoácido que componen las proteínas y de la temperatura de cocción.

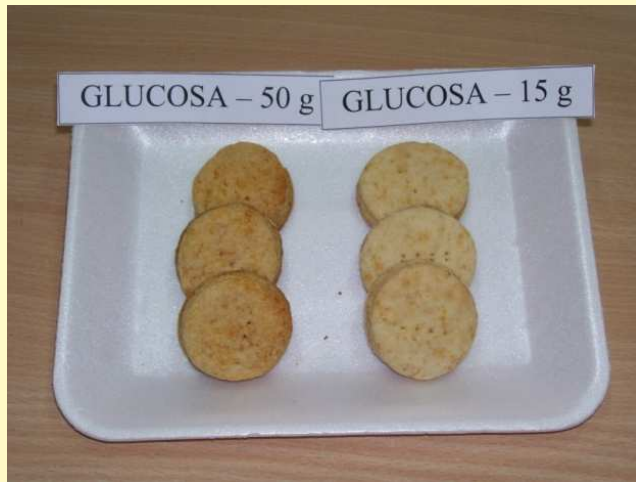
Reacción entre glucosa y diferentes aminoácidos

Aminoácido	100°C	180°C
Valina	Pan de centeno	Chocolate muy fuerte
Leucina	Chocolate dulce	Queso quemado
Glutamina	Chocolate	Caramelo
Lisina	Ninguno	Pan

La **intensidad de color** también depende del tipo de aminoácido. Los básicos son los más reactivos.

3- Concentración de hidratos de carbono y proteínas

- Para que se lleve a cabo la reacción es necesario que estén presentes los 2 sustratos: hidratos de carbono y proteínas.
- Al aumentar la concentración de estos sustratos en el alimento, mayor será la intensidad de la reacción



Galletitas con distinta cantidad de glucosa

Variables

Tipo de Azúcar	Cantidad de Azúcar	Leudante
Glucosa	50 g	$\text{NaHCO}_3 + \text{CaHPO}_4$
Glucosa	15 g	$\text{NaHCO}_3 + \text{CaHPO}_4$



Soluciones con distinta concentración de glucosa

Variables

Tipo de Azúcar	Concentración de Azúcar	pH
Glucosa	3M	Neutro
Glucosa	1,5M	Neutro

4- Tiempo y temperatura de cocción

- Si bien la reacción puede ocurrir a temperatura ambiente, se ve favorecida a altas temperaturas.
- Al aumentar el tiempo de cocción, aumenta la intensidad de la reacción.
- Los aromas generados también dependen de la temperatura y tiempo de cocción.

Aumento de tiempo

Aumento de tiempo

Aumento de tiempo



80°C

90°C

100°C

Condiciones

15 min - 80, 90 y 100°C

Tiempo	Temperatura		
15 min	80°C	90°C	100°C
30 min	80°C	90°C	100°C
45 min	80°C	90°C	100°C
60 min	80°C	90°C	100°C





Temperatura	Tiempo
200°C	16 min
200°C	23 min
200°C	35 min

5- pH

La intensidad de la reacción aumenta a pH alcalinos ($\text{pH} > 7$) y disminuye a pH ácidos ($\text{pH} < 7$)



Galletitas con distinto pH

Variables

Tipo de Azúcar	Cantidad de Azúcar	Leudante
Glucosa	50 g	$\text{NaHCO}_3 + \text{CaHPO}_4$
Glucosa	50 g	NaHCO_3



Soluciones con distinto pH

Variables

Tipo de Azúcar	Concentración de azúcar	pH
Glucosa	3M	Básico
Glucosa	3M	Neutro

6- Actividad de agua (aw)

Los alimentos de humedad intermedia, con valores de aw de 0.6 a 0.9, son los que más favorecen esta reacción:

- Un aw menor no permite la movilidad de los reactivos.
- Un aw mayor ejerce una acción inhibidora ya que el agua diluye a los reactivos.

7- Inhibidores

- Los inhibidores mas comunes son los sulfitos, metabisulfitos, bisulfitos y anhídrido sulfuroso.
- Actúan en la etapa de inducción retardando la aparición de productos coloreados, pero no evitan la perdida del valor biológico de los aminoácidos.
- Su uso esta limitado ya que produce efectos adversos a la salud

Control de la reacción de Maillard

- Eliminación de algún sustrato
- Tiempo y temperatura
- pH
- Inhibidores

Otra reacción de pardeamiento

La **caramelización** es un proceso en el cual una solución concentrada de azúcar es tratada a alta temperatura.

Depende del tipo de azúcar, de la temperatura y tiempo de calentamiento y del pH.

Caramelización en medio ácido: Se produce deshidratación de los azúcares y posterior polimerización. El caramelo obtenido es oscuro y tiene poco aroma.

Caramelización en medio alcalino: Se producen isomerizaciones de los azúcares y fragmentaciones de las cadenas. El caramelo obtenido es más claro que el anterior pero tiene más aroma.

Reacción de Maillard

Caramelización

Similitudes

Son reacciones de pardeamiento

Se producen durante la cocción

Producen compuestos responsables del color y del aroma de alimentos

Diferencias

Puede ocurrir incluso a temperatura ambiente.

Necesitan hidratos de carbono y aminoácidos o proteínas como sustratos.

La intensidad del color aumenta a pH alcalinos

Requieren muy altas temperaturas.

Sólo necesitan hidratos de carbono como sustratos.

La intensidad del color aumenta a pH ácidos