

# Oxidación y control microbiológico del alimento

- La oxidación de grasas
- Control de hongos
- Control de bacterias

# Grasas en alimentos

- Fuente de Energía
- Mejoran la palatabilidad
- Fuente Ácidos Grasos Esenciales
- Apariencia

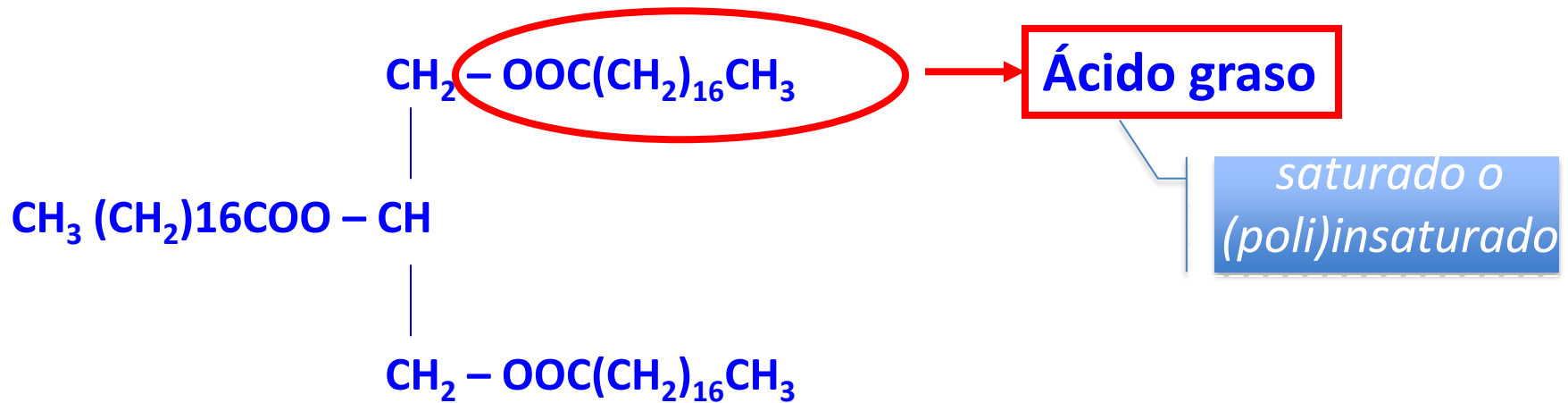
# INGREDIENTES QUE APORTAN GRASA O ACEITE

- HOA (Harinas de Origen Animal)
- Aceite-grasas
- Granos y oleaginosas



# Química de los Lípidos

El 99% de los lípidos de origen vegetal y animal son mono-, di- y tri-ésteres de glicerol y ácidos grasos.



Otros componentes lipídicos (1%): fosfolípidos, ceras, esteroides, carotenoides, vitaminas liposolubles....

# Principales causas de deterioro en los Lípidos de los Alimentos

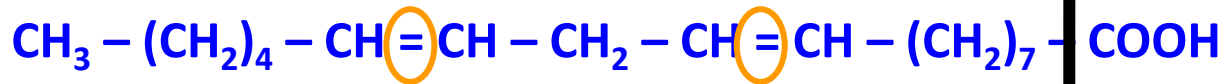
1. **Lipolisis:** rotura de la estructura de los triglicéridos por hidrólisis.
2. **Oxidación:** reacción del oxígeno molecular con los dobles enlaces de los ácidos grasos.

# Riesgo de Oxidación de los lípidos

*Linolénico*



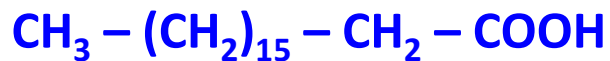
*Linoleico*



*Oleico*



*Esteárico*



# Acidos grasos en aceites y grasas

<b>ACIDO GRASO</b>	<b>ESPERADOS PARA ACEITES PUROS %</b>		
	<b>PALMA</b>	<b>SOYA</b>	<b>SEBO</b>
LAURICO	0.5	0.0	0.0
MIRISTICO	2.0	0.4	4.0
PALMITICO	36.0	9.0	32.0
ESTEARICO	5.0	2.0	23.0
<b>OLEICO</b>	<b>47.0</b>	<b>20.0</b>	<b>38.0</b>
<b>LINOLEICO</b>	<b>10.0</b>	<b>55.0</b>	<b>3.0</b>
TOTAL			



# Efectos nocivos de los peróxidos en Broilers

Nivel de peróxidos en grasa	Ganancia de peso	Conversión Alimenticia
Control	519	1.52
25	508	1.52
50	496	1.52
100	506	1.56
150	468	1.55

Broilers de 21 días, Shermer 1983

# Efecto del consumo de grasas rancias

- Bajo consumo
- Destrucción de vitaminas, en el alimento y en el aparato digestivo; (*las grasas rancias se comportan como antagónicas de tiamina, vit C, pantotenatos, riboflavina, tocoferoles, vit A y vit B12*)
- Problemas de pigmentación (*Destrucción de Xantofilas presentes en el alimento*)
- Irritación de la mucosa intestinal (peróxidos) => - absorción
- Reducción de la absorción de grasas
- Disminución de la absorción y disponibilidad de las proteínas

# Consecuencias de la oxidación en los ALIMENTOS

Efecto de la oxidación sobre el valor nutritivo del alimento suministrado a pollos de 14 días de edad

<b>Alimento con inclusión de un 5% de grasa</b>	<b>Energía metabolizable (kcal/kg)</b>	<b>Digestibilidad de la grasa (%)</b>	<b>Peso del hígado (g/100g PV)</b>
<b>Experimento 1: Adición de grasa animal + vegetal</b>			
<b>Fresca</b>	<b>3044</b>	<b>86.0</b>	<b>3.1</b>
<b>Oxidada</b>	<b>2905</b>	<b>79.5</b>	<b>4.1</b>
<b>Experimento 2: Adición de aceite de maíz</b>			
<b>Fresco</b>	<b>3089</b>	<b>85.4</b>	<b>3.1</b>
<b>Oxidado</b>	<b>2936</b>	<b>78.6</b>	<b>3.7</b>

(Dibner et al., 1996)

# Consecuencias de la oxidación en los ALIMENTOS

Efecto de la oxidación del Aceite avícola sobre los valores de Energía Metabolizable en pollos

	<b>EMA Kcal/kg</b>	<b>EMAn Kcal/kg</b>	<b>PV meq/kg</b>	<b>Acidez mgKOH/g</b>	<b>Absorbancia 232 nm</b>
<b>Grasa pollo</b>	<b>9240a</b> ± 317	<b>9150a</b> ± 278	<b>0,78</b>	<b>1,49</b>	<b>4,64</b>
<b>Grasa pollo oxidada</b>	<b>7770b</b> ± 132	<b>7595b</b> ± 108	<b>4,17</b>	<b>4,24</b>	<b>18,54</b>

(Racanizzi et al, 2004)

**NRC poultry: 9360 kcal/kg**

- *La grasa oxidada disminuye en un 17% su valor de EM*
- *No se apreciaron diferencias de consumo entre tratamientos*

# Consecuencias de la oxidación lipídica en los ANIMALES

- Efectos de la oxidación *in vivo*, mediante el aporte de grasas oxidadas en la dieta:
  - ✓ ↑ peroxidación de las membranas celulares
  - ✓ ↑ incidencia de encefalomalacia
  - ✓ ↑ incidencia de diátesis exudativa (carencia de vitamina E)
  - ✓ ↓ Digestibilidad de los alimentos
  - ✓ ↑ Tránsito rápido
  - ✓ ↓ Crecimiento y empeora la conversión

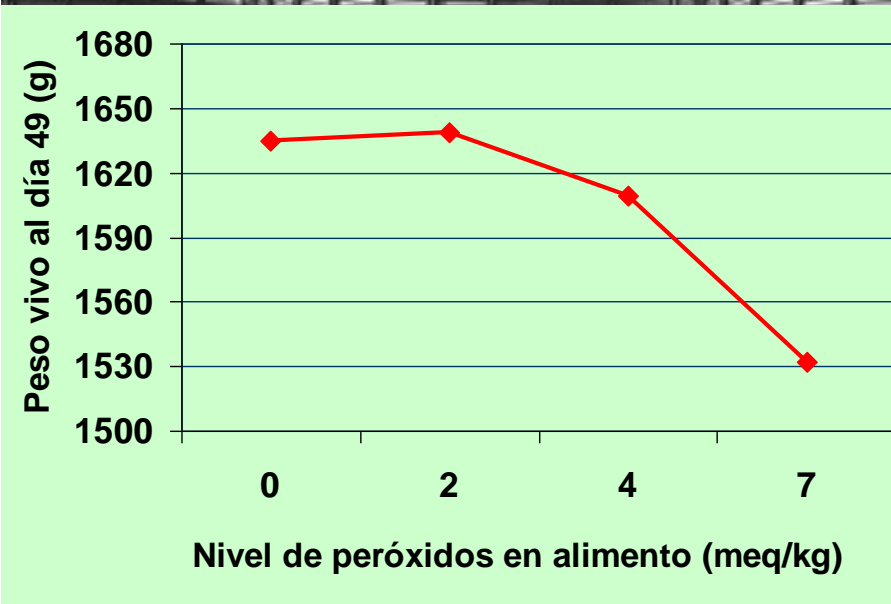
# Efectos nocivos de los peroxididos en pollos de engorde

**Pollos de 21 días de edad:**

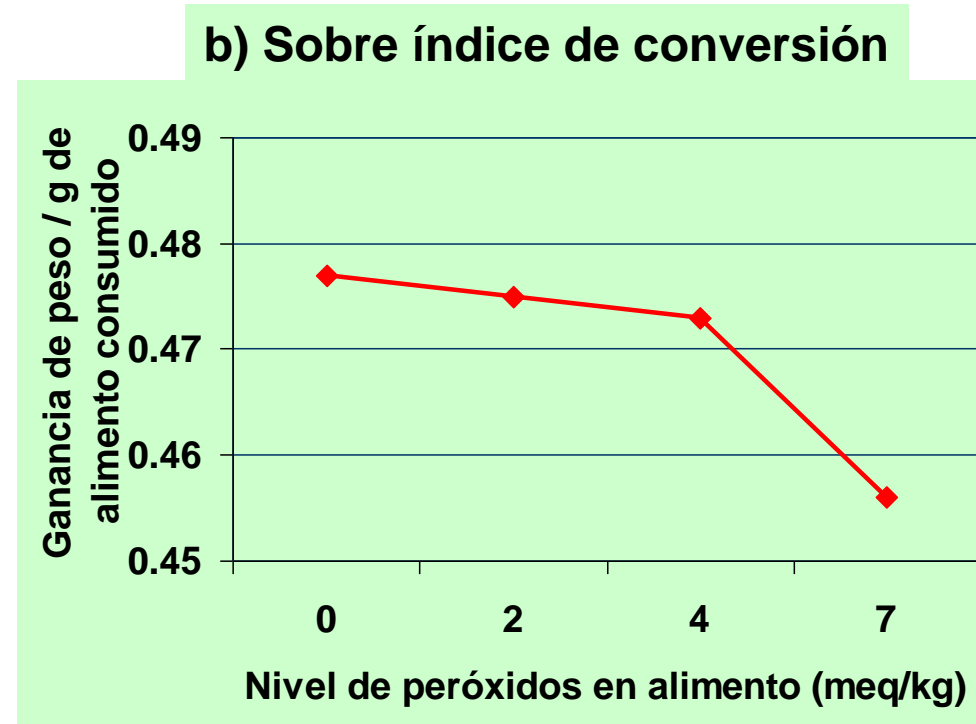
<b>Peroxidos en grasa mg /Kg</b>	<b>Aumento de peso g</b>	<b>Eficiencia de conversion de alimento</b>
<b>Control</b>	<b>519</b>	<b>1,52</b>
<b>25</b>	<b>508</b>	<b>1,52</b>
<b>50</b>	<b>496</b>	<b>1,56</b>
<b>100</b>	<b>506</b>	<b>1,56</b>
<b>150</b>	<b>468</b>	<b>1,61</b>

**(Shermer 1995)**

# Efecto de la calidad del aceite sobre los parámetros productivos en pollos de engorde

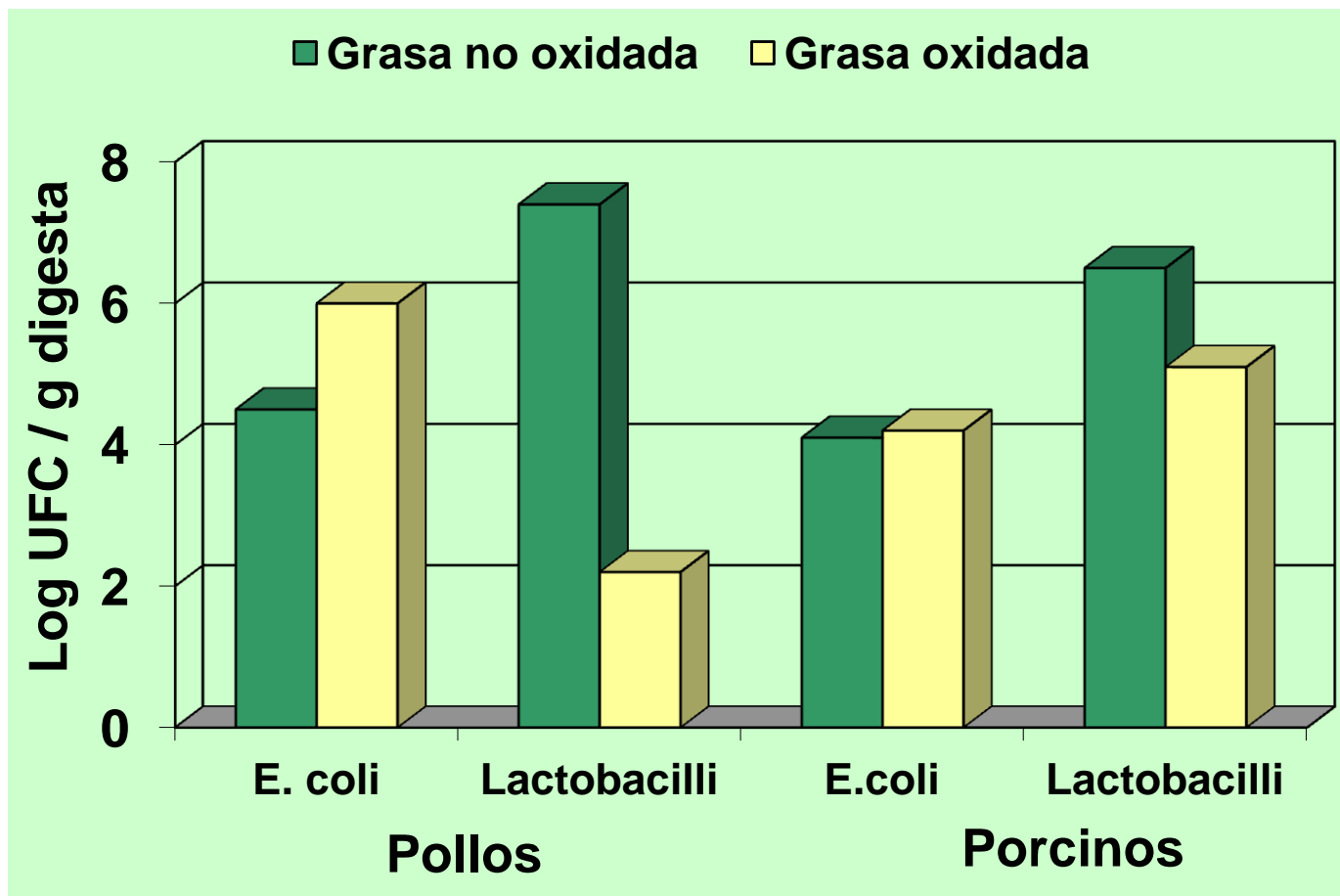


a) Sobre el peso vivo



(Cabel et al., 1988)

# Efecto de la calidad del aceite sobre la microflora intestinal

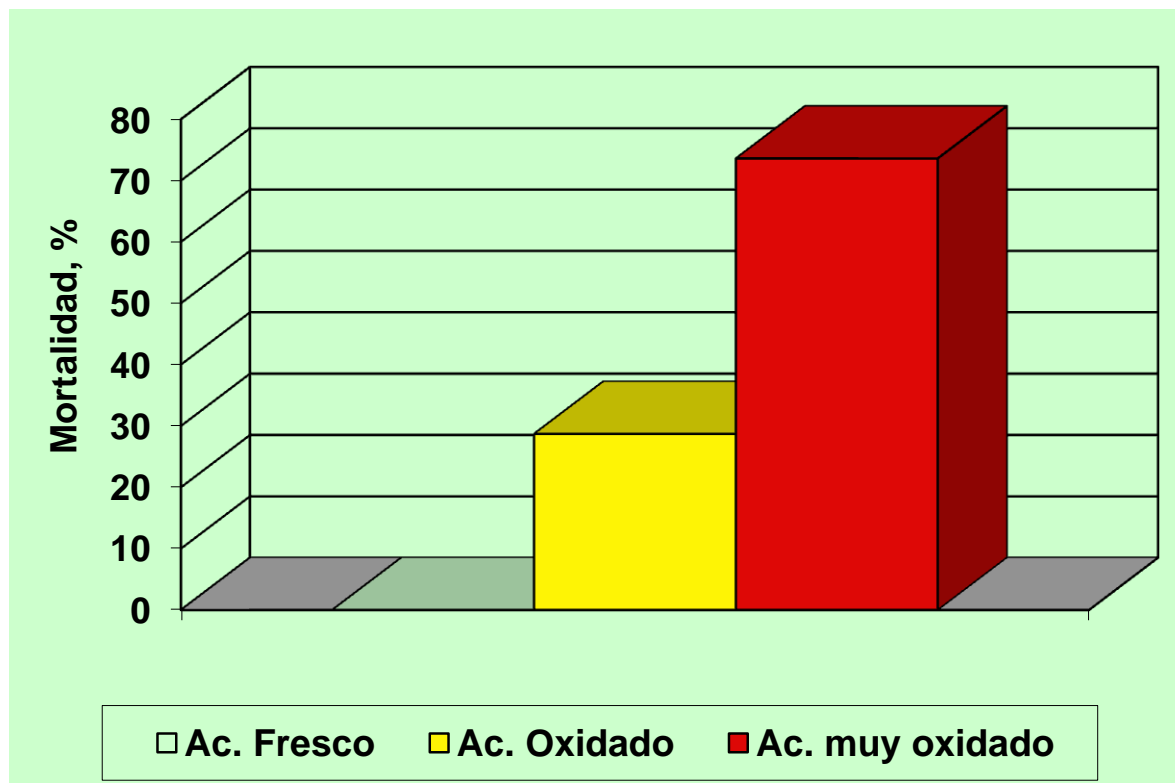


(Dibner et al., 1996)

# Efecto de la calidad del aceite de arenque sobre la mortalidad en trucha arco iris

Valor de peróxidos (meq/kg):

- aceite fresco: 5
- aceite oxidado: 120
- aceite extremadamente oxidado: 314



(Hung et al., 1981)

# Efecto de la adición de antioxidantes sobre la estabilidad de la vitamina A

## Premezcla vitamínico-mineral para pollos

	Pérdida de vitamina A (%)		
Muestra	1 mes	3 meses	5 meses
Condiciones ambientales (25-27° C, 50 - 70% humedad relativa)			
Control	12-20	93	>96
2.5% etoxiquina	12-20	44	59
2.5% BHT	12-20	>82	>96
Temperatura y humedad elevadas (44° C, 70 - 75% humedad relativa)			
Control	92	100	---
2.5% etoxiquina	53	76	86
2.5% BHT	90-95	100	---

(Parrish et al., 1987)

# Estabilidad de diferentes antioxidantes en Alimento de Perros

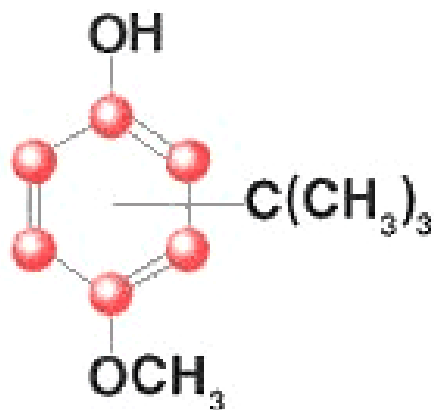
Antioxidante	Retención acumulada (%)	
	Extrusión	Almacenamiento*
Etoxiquina	90	85
BHT	85	80
BHA	80	60
Tocoferoles	60	20

\*: almacenamiento de 3 meses

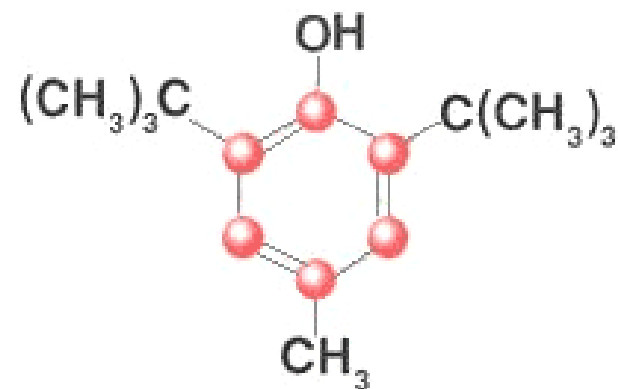
# TIPOS DE ANTIOXIDANTES EN ALIMENTACIÓN ANIMAL, según su modo de acción

- **Eliminadores de radicales libres (donantes de H):**
  - ETQ
  - BHT
  - BHA
- **Quelantes de iones metálicos:**
  - Ácido Cítrico
- **Secuestradores de Oxígeno:**
  - Vitamina E

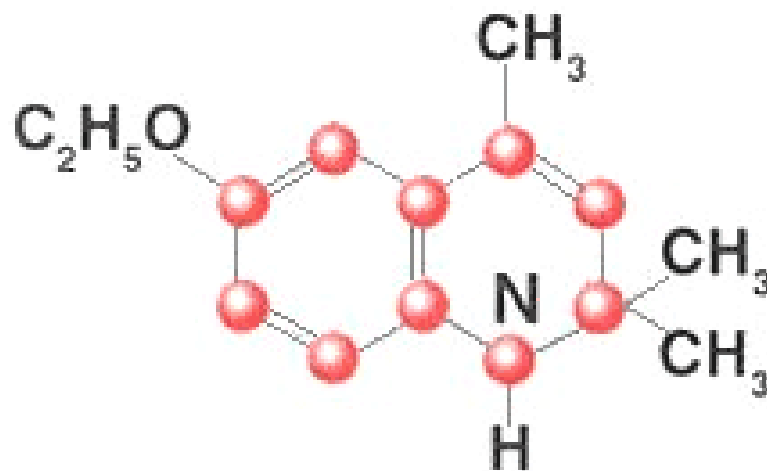
# ANTIOXIDANTES SINTÉTICOS



**BHA**

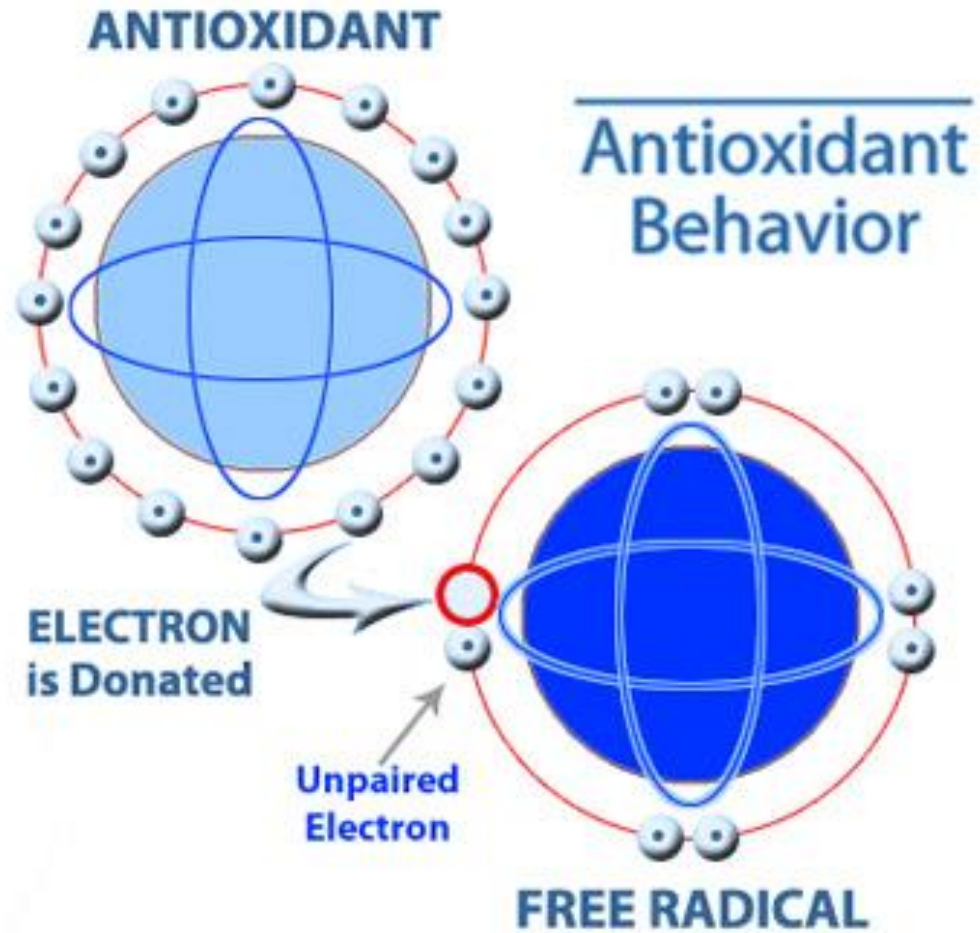


**BHT**

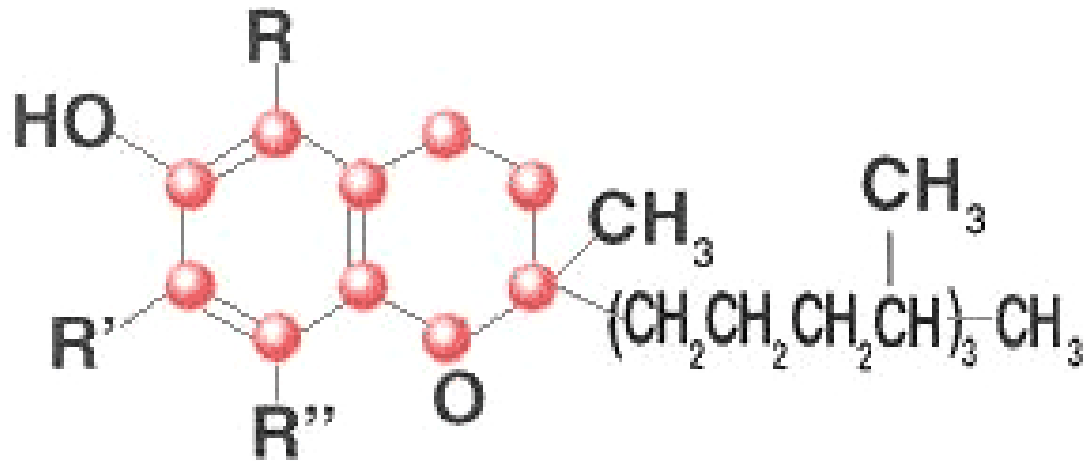


**Etoxiquina**

# Funcionamiento antioxidantes



# ANTIOXIDANTES NATURALES



**Mezcla natural de alfa, beta, gamma y delta tocoferoles**

# Efectividad de los antioxidantes

Antioxidante	Periodo de induccion (h)	Factor de protecci3n
Control	13.3	0
Etoxiquina 125mg/kg	31.5	135
BHT 175mg/kg	20.1	50

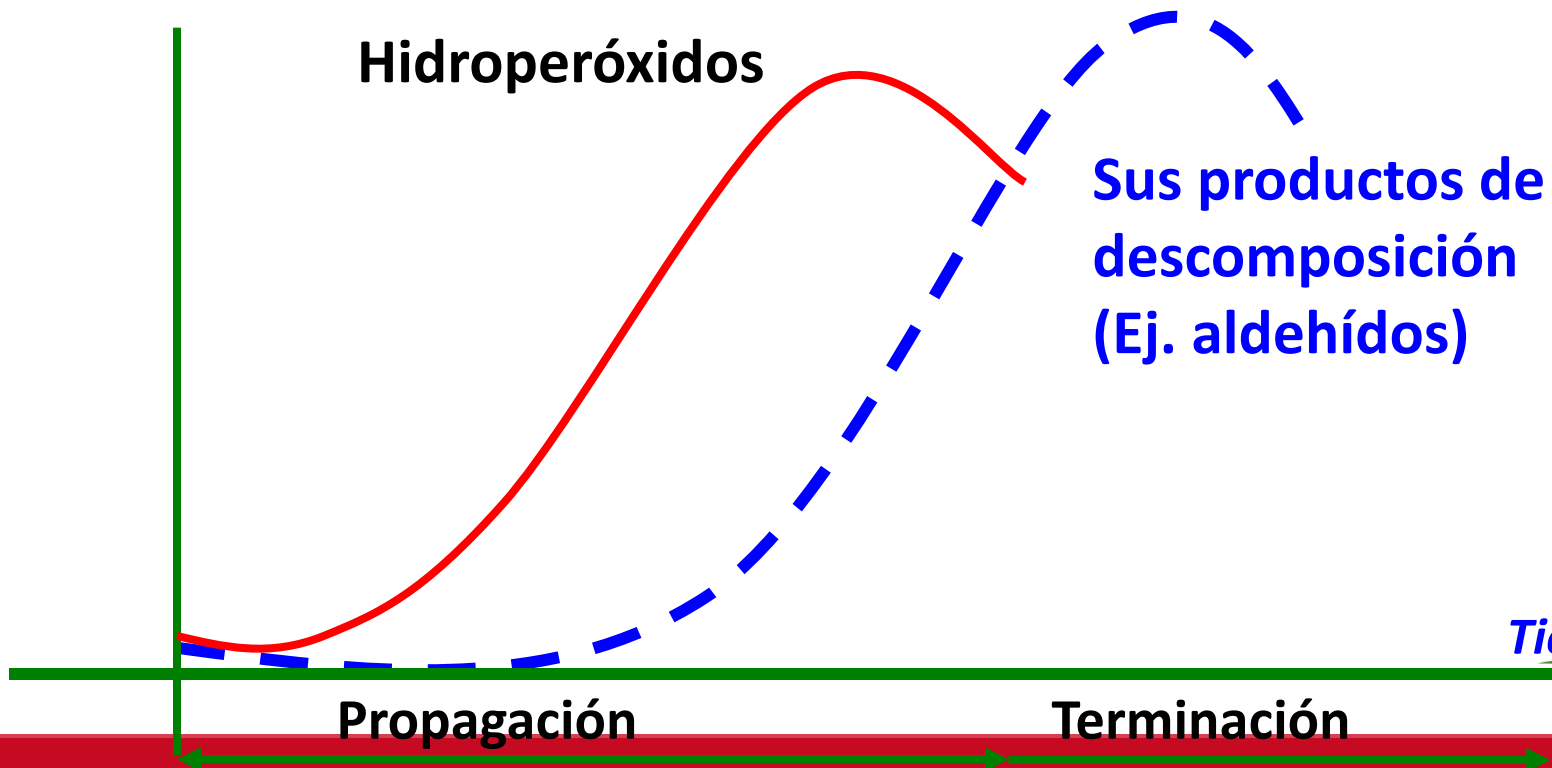
# ¿ Cual es el estado oxidativo de una grasa?

Se determina por el análisis de los productos de oxidación:

- Primarios - *Hidroperóxidos* ( Índice de Peróxidos )
- Secundarios - *Aldehídos* (Índice de Anisidina)

# Productos de Oxidación

La naturaleza/cantidad de los productos de oxidación varían a lo largo del proceso oxidativo



# Indice de Peroxidos (PV)

valora los Hidroperóxidos (ROOH)

Es una *valoración yodométrica*

*Se mide el Yodo liberado:*  $\text{ROOH} + 2 \text{KI} \Rightarrow \text{ROH} + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{O}$

Al igual que los hidroperóxidos, el PV alcanza un valor máximo y después declina. **Una grasa muy oxidada dará un PV bajo**

**Sin Oxidación**

**Límite de aceptación Materias Primas**

**Límite de aceptación Alimentos**

**Valores max. observables normalmente**

**PV < 3 meq O<sub>2</sub> / kg de grasa**

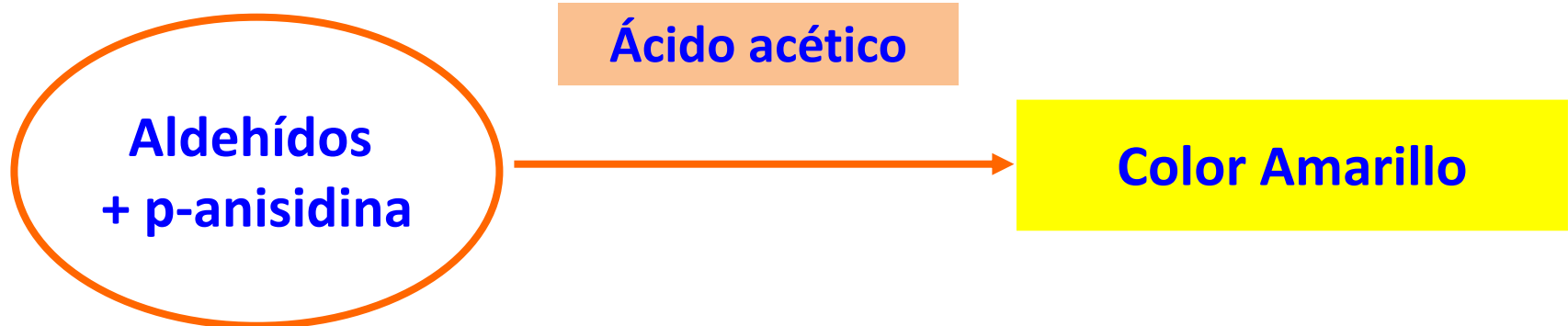
**PV < 10 meq O<sub>2</sub> / kg**

**PV < 5 meq O<sub>2</sub> / kg**

**< 25 meq/kg**

# Índice de Anisidina (AV)

Medida de los **Aldehídos** (degradación de ROOH)



El AV asciende de forma posterior al PV, con lo cual, no aporta información sobre estadios iniciales de la oxidación. AV alto cuando la fase de **propagación** ya está avanzada.

AV < 5 en aceite extraído de H pescado

Valores max. observables <50

# VALORACION PROVEEDORES HCH, CR2010

## HARINAS DE CARNE Y HUESO POR PROVEEDOR

Proveedor	Fecha muestreo	Indice de Peroxidos	Indicie de Anisidina	Remanente de etoxiquina	TOTOX
A	10-10-10	69.7	15.2	NO	155
B	13-10-10	69.6	28.7	NO	168
C	04-10-10	<b>8.9</b>	7.7	NO	26
D	20-10-10	<b>167.2</b>	41.9	NO	376
E	19-10-10	66.2	16.6	NO	149
F	10-10-10	<b>170.9</b>	39.4	NO	381
		<b>&lt;10 meq</b>	<b>&lt;5</b>		<b>25</b>

# VALORACION PROVEEDORES HCH, CR2016

Ingrediente	Índice de Peróxidos (mq/Kg)	Indicie de Anisidina	Remanente etoxiquina (ppm)	TOTOX
HCH	262.5	41.6	NO	567
HCH	11.2	6.5	NO	29
HCH	76.8	21.2	NO	175
<b>Max.</b>	<b>&lt;10 meq</b>	<b>&lt;5</b>	<b>50-100</b>	<b>25</b>

Lugar muestreo	Índice de Peróxidos (mq/Kg)	Indicie de Anisidina	Remanente etoxiquina (ppm)	TOTOX
HCH	19.3	6.8	233.8	45
HCH	19.5	5.3	228.6	44
HCH	5.4	7.3	75.4	18
Sebo	2.4	0	546.7	5
<b>Max.</b>	<b>&lt;10 meq</b>	<b>&lt;5</b>	<b>50-100</b>	<b>25</b>

# Muestreos CR2014

Ingrediente	Peróxidos meq O/kg de grasa	Anisidina	Remanente etoxiquina (ppm)	Hrs Rancimat
Aceite Palma/Soya	0.30	24.5	14.4	0.07 h
Freidor	0.35	32.1	2.7	2.04 h
Aceite Soya reciclado	0.30	22.1	13.4	0.13 h
Harina de Carne y Hueso *	22.5	42.5	0	1.3 h
Alimento cerdo	14.1	12.4	N.A	N.A
Postura	14.1	14.4	N.A	N.A
Postura	10.9	18.1	N.A	N.A
Desarrollo Pollo	22.4	13.4	N.A	N.A
Desarrollo Cerdo	10.0	5.5	N.A	N.A
Engorde Cerdo	5.2	15.2	N.A	N.A
Vaca Lechera	5.2	27.1	N.A	N.A
Postura	8.6	21.8	N.A	N.A
<b>IDEAL</b>	<b>&gt;10</b>	<b>5-10</b>	<b>100 ppm</b>	<b>5 horas</b>

# Dosificación del Etoxiquin para nutrición animal

Materia Prima	Dosis
Con alto contenido de grasa	125 a 150 gr/Tm
Con bajo contenido de grasa	50 a 75 gr/Tm
Grasas y sub productos animales	200 a 500 gr/Tm
Aceite y Harina de Pescado	400 a 750 gr/Tm
Alfalfa y Forajes	150 gr/Tm

# Ácidos Orgánicos (Control Hongos y Bacterias)

## 1. Alimento y Materias Primas

- \* Preservar

- \* Descontaminar

## 2. Animal

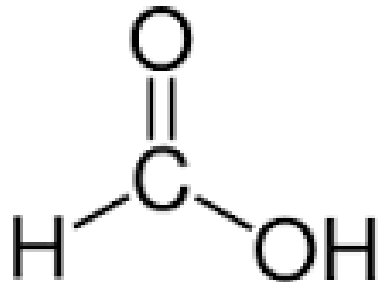
- \* Control Bacterias

- Reducción pH

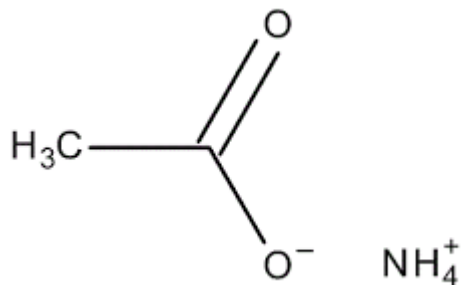
- Acción directa

# ACIDOS ORGANICOS

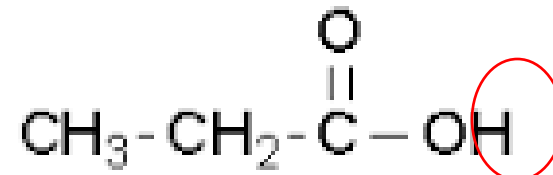
Ac. fórmico



Sal del ac.



Ac. Propionico



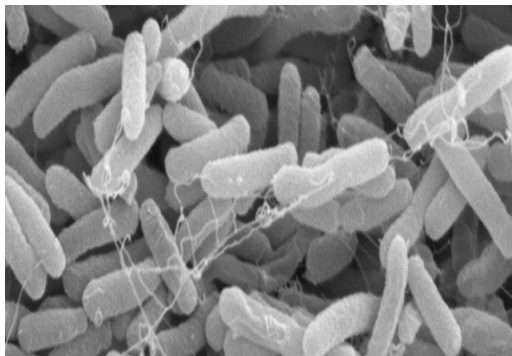
Forma NO Disociada  
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$

Forma Disociada  
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COO}^-$

*No caustica, no corrosiva, no volátil*



# CONTROL BACTERIOLOGICO



# Métodos naturales para control en ALIMENTOS BALANCEADOS

## Ácidos orgánicos

- Amplio uso en industria y eficacia contrastada.
- Actuación *ex vivo* e *in vivo*.
- Mecanismo de acción:  
Eliminación / reducción de carga bacteriana.

## Gomas vegetales

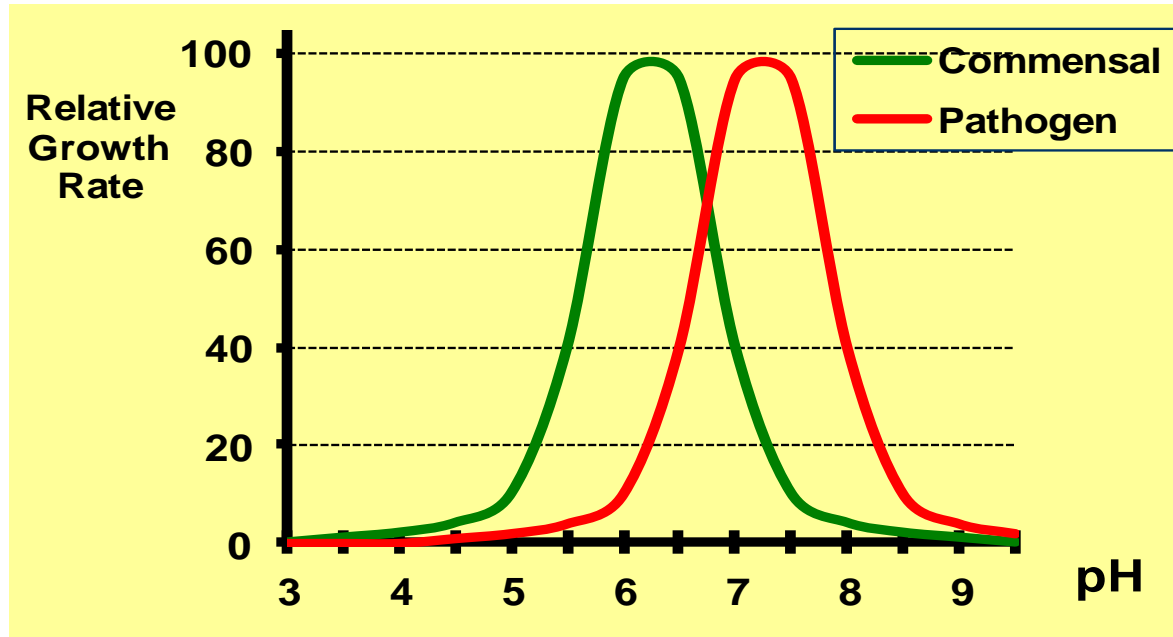
- Herramienta nueva.
- Actuación *in vivo*.
- Mecanismo de acción:  
Adhesión a bacteria inhabilitándola.

\ **COMPLEMENTARIAS**

# UTILIZACION EN AVES Y CERDOS

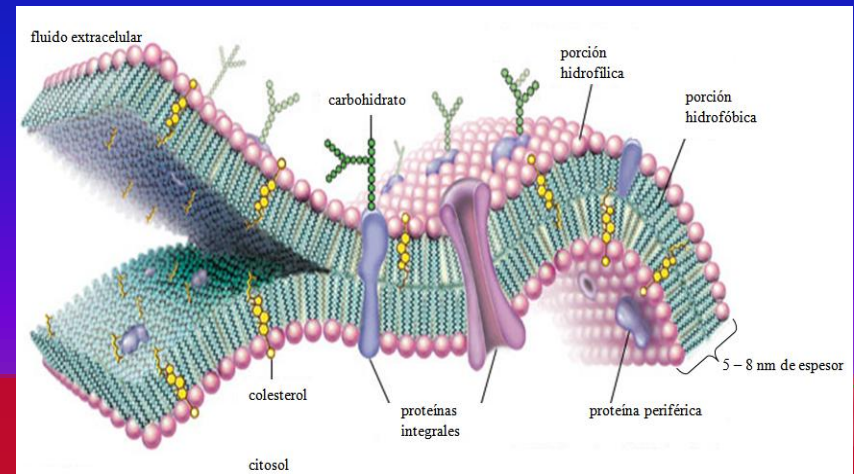
- **Ventajas de la utilización de mezclas de ácidos orgánicos y sus sales:**
  - **efectos sinérgicos entre ellos**
  - **manejo del producto**
  - **dosificación**

# Rangos de pH para crecimiento microbiano

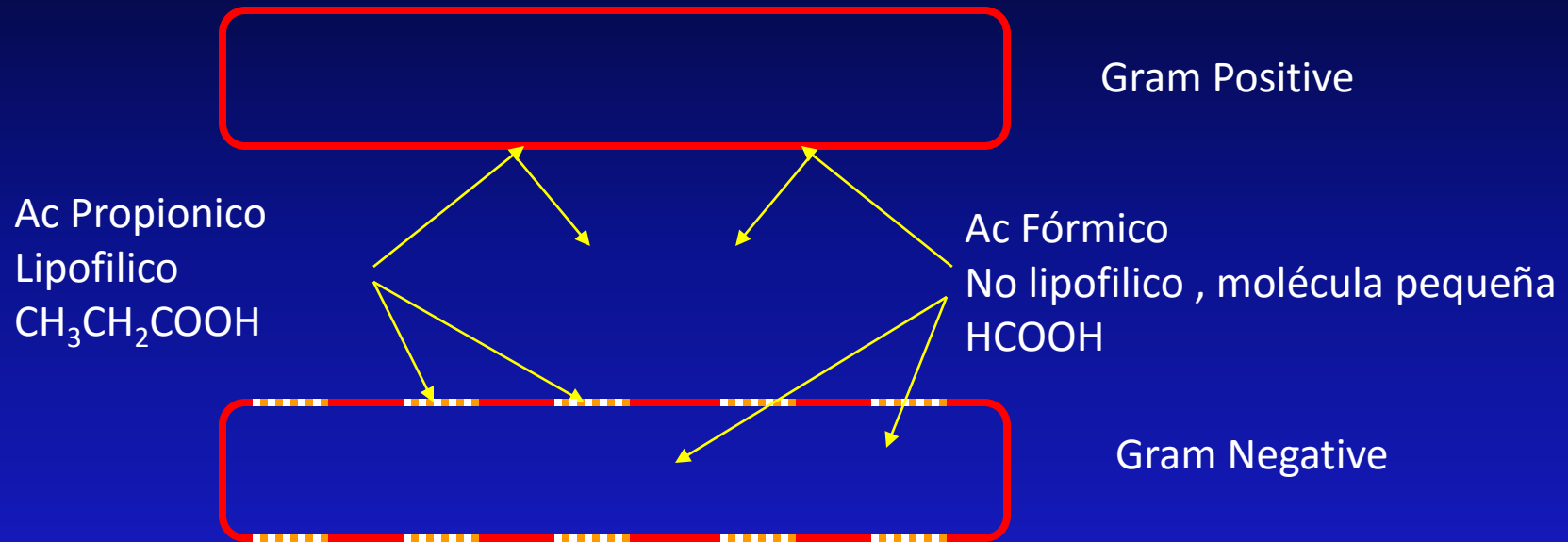


- ◆ **Salmonella (most)** 6.8 - 7.2
- ◆ **Lactobacillus** 5.4 - 6.4
- ◆ **Escherichia coli** 6.0 - 8.0

# Representación de la pared celular de una Bacteria

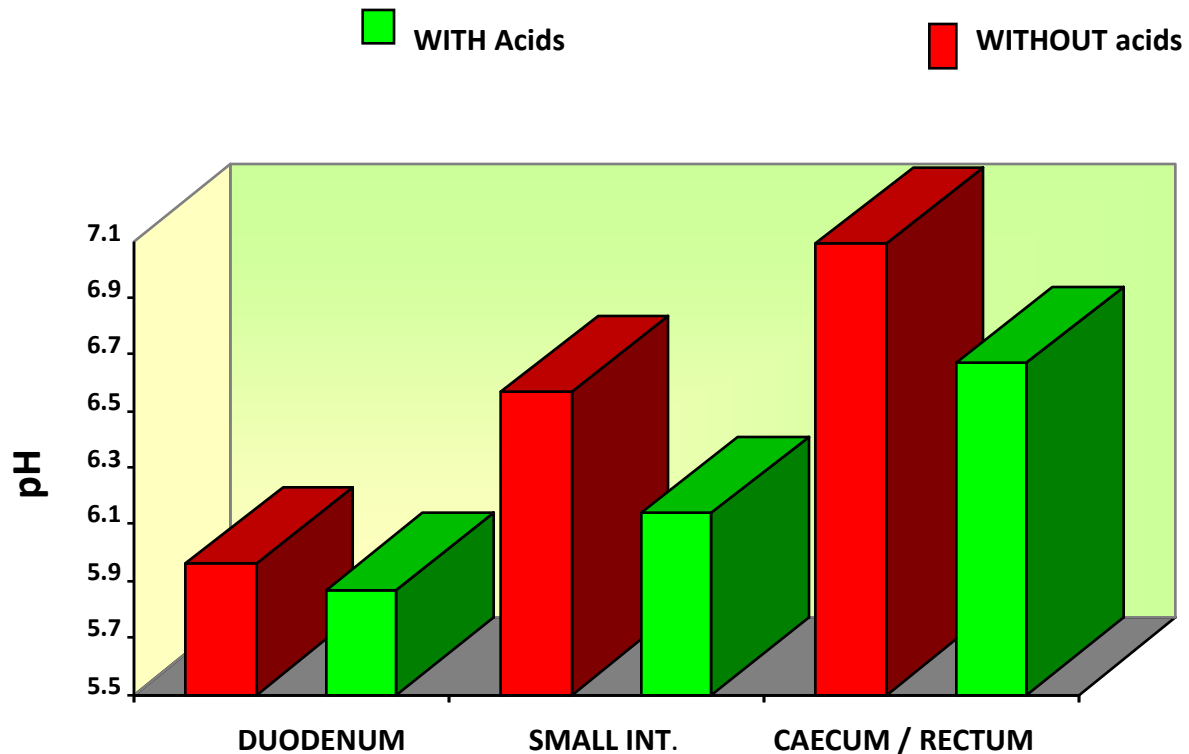


# Pared celular Gram negativa, lípidos son atacados por ácido propiónico



Ac. Propiónico no afecta la proteína de la pared celular de Gram +.  
Ac. Propiónico disuelve la porción lípida de la pared de las Gram -  
El Ac fórmico puede entrar a las célula por el daño causado en la fracción lípida de las células Gram -

# Efecto en el pH intestinal al usar ácidos orgánicos en la dieta



# ÁCIDOS ORGÁNICOS: EFICACIA ANTIMICROBIANA

## Inhibición *in vitro* del crecimiento de patógenos

### Halo inhibición (mm)

Producto	<i>Salmonella enteritidis</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Aspergillus flavus</i>
Ác. fórmico	14.3 ± 1	12.7 ± 1	4.3 ± 1
Mezcla For+Prop	10.0 ± 0	9.0 ± 0	4.0 ± 0

Departamento Microbiología,

Universidad Autónoma de Barcelona

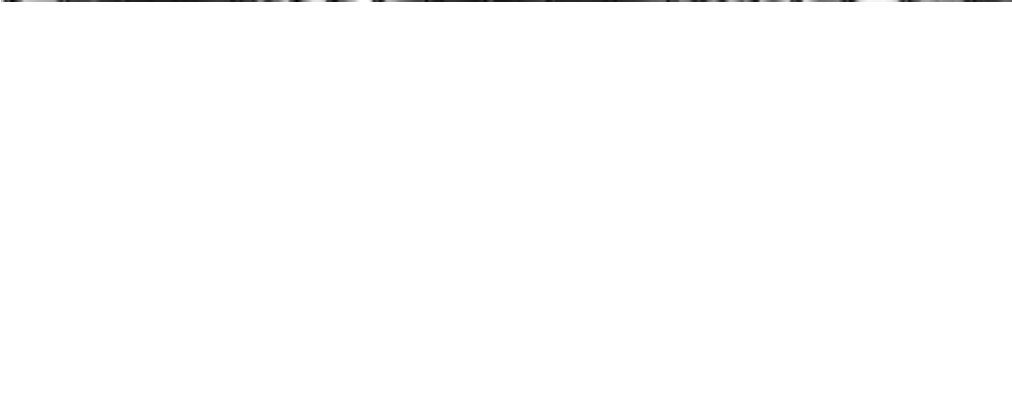
# CONTROL DE SALMONELLA EN HARINA DE PESCADO

## Eliminación de Salmonella

	<b>24 horas</b>	<b>48 horas</b>	<b>72 horas</b>
<b>Mezcla Ac prop+for</b>	<b>negativo</b>	<b>negativo</b>	<b>negativo</b>
<b>Control +</b>	<b>positivo</b>	<b>positivo</b>	<b>positivo</b>
<b>Control -</b>	<b>negativo</b>	<b>negativo</b>	<b>negativo</b>

Sobre 25 gr de muestra tomada de forma representativa.

# CONTROL HONGOS en alimentos balanceados y materias primas



# Crecimiento Fúngico en Alimentos

Los hongos *usan los nutrientes* de los alimentos para su **desarrollo**.



↑↑ Deterioro sensorial

↑ T ⇒ más crecimiento

**Azúcar/Grasa**



↓↓ Valor Nutritivo del alimento

**Biomasa + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + ΔT**

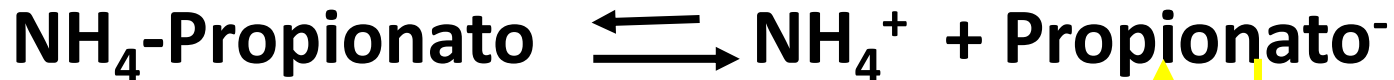


↑↑ aw ⇒ crecen otros microbios

# Eficacia del Producto

Los anti-fúngicos deben favorecer: (1) **liberación lenta** del anión (acción a largo plazo) y (2) forma **molecular del ácido** (penetra la membrana celular).

(1) Liberación lenta



(2) *Inhibe* el transporte **molecular** en células microbianas

**Ácido Propiónico**

# Efectos de los hongos en el grano

Tipo grano	EM (Kcal/Kg)	Pc %	Grasa %	Fibra %	Almidón %	Azucar
Normal	3410	8.9	4.0	3.1	57.6	4.3
Hongos	3252	8.3	1.5	3.4	58.1	4.6

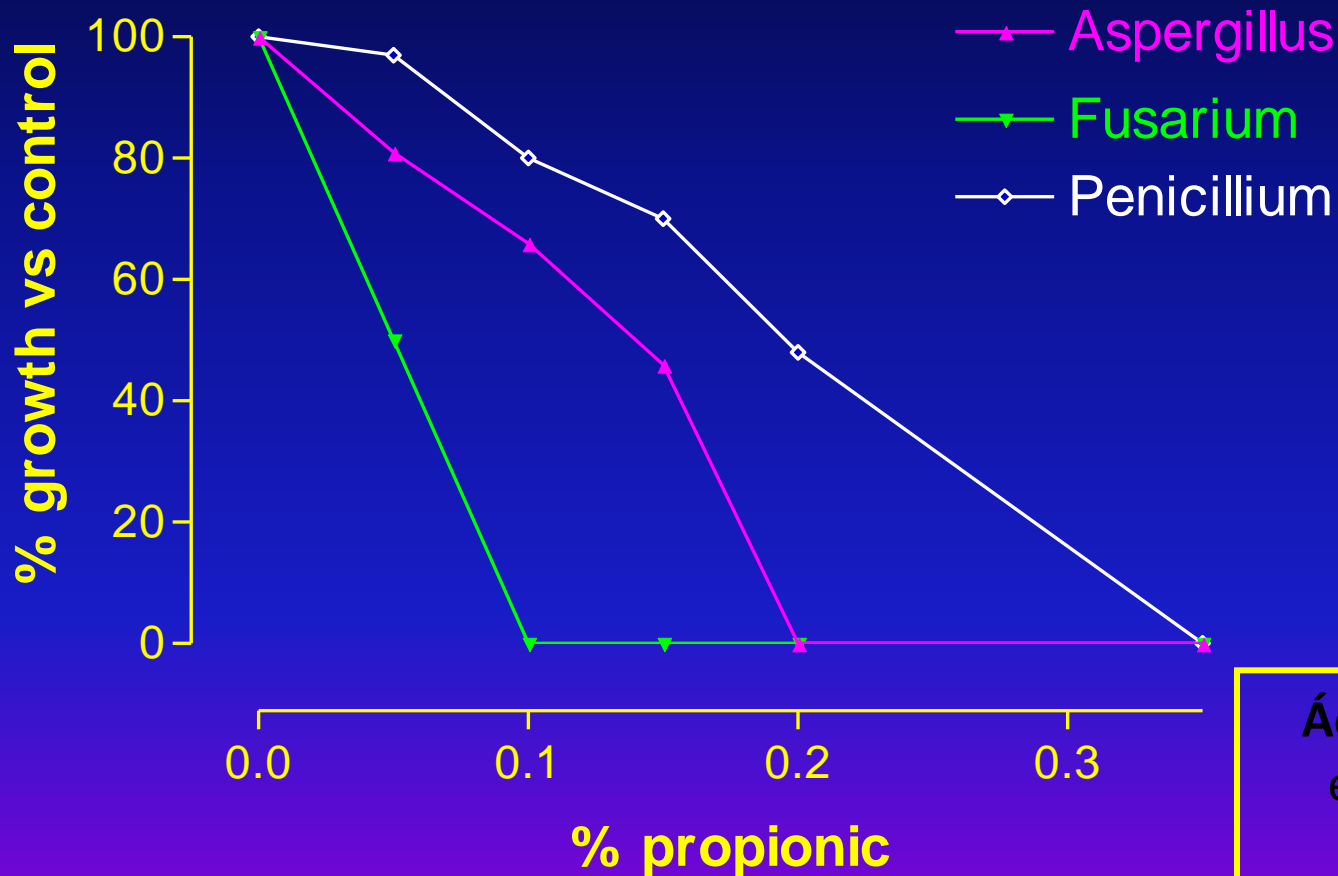
Summer and Leeson , 1975

# Efectos de los hongos en el contenido de grasa del grano

Calidad del grano	Contenido de grasa (%) por días de almacén			Ganancia de peso (g)	C.A
	1	25	50		
Grano bueno	3.9	3.9	3.8	681 <sup>ab</sup>	1.84 <sup>c</sup>
Grano con Hongos	2.7	1.7	1.3	611 <sup>d</sup>	2.15 <sup>a</sup>
Grano con Hongos	3.7	2.2	1.6	657 <sup>bcd</sup>	2.07 <sup>ab</sup>
#2 + 0.3% de ácido propiónico	3.8	3.8	3.6	703 <sup>a</sup>	1.93 <sup>a</sup>

# Tratamiento con Ácidos Orgánicos

Los ácidos **carboxílicos** de las series alifáticas tienen **propiedades antibacterianas**; inhiben el transporte molecular en las células.



**Ácido propiónico** es el antifúngico más eficaz

# Efectos de la Contaminación Fúngica

↑↑ **Conversión Alimento**



**Menor disponibilidad nutrientes**

↑↑ **Rechazo Alimento**



**Deterioro Sensorial**

↑↑ **Micosis**



**Enfermedades asociadas al micelio fúngico/esporas**

↑↑ **Despigmentation**



**Menor absorción de pigmentos**

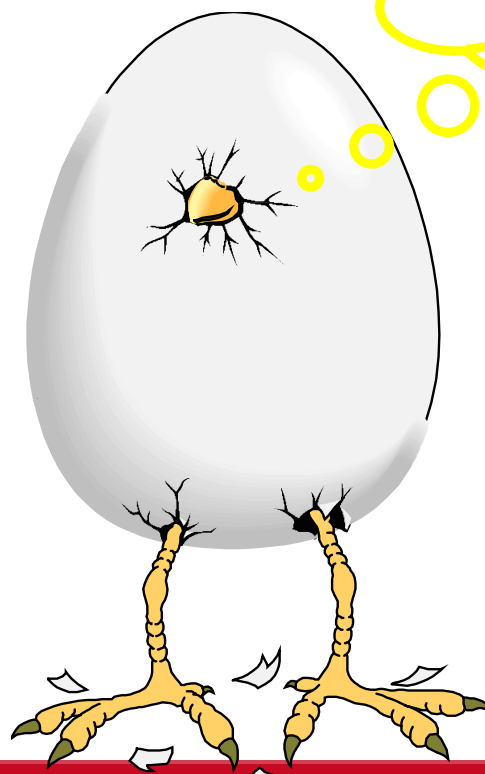
↑↑ **Micotoxicosis**



**Metabolitos fúngicos secundarios (micotoxinas)**



**Muchas  
gracias**



Cartasa



cACARCAR50