

Alfredo Corujo Fernández
Dtor I+D Nutreco Iberia



Extensión de la vida útil de carne de ave a través del envasado en atmósfera modificada

Índice

- **Concepto de atmósfera modificada.**
- **Materiales para el envasado.**
- **Gases utilizados.**
- **Mecanismos de acción sobre la flora alterante.**
- **Conclusiones.**

Concepto de atmósfera modificada

¿En que se basa la atmósfera modificada?

El envasado en atmósfera modificada se basa en la sustitución en el envase del aire por una mezcla controlada de gases.

GAS	PORCENTAJE (%)
Nitrógeno (N ₂)	78.03
Oxígeno (O ₂)	20.99
Argon (Ar)	0.94
Dióxido de Carbono (CO ₂)	0.03
Hidrógeno (H ₂)	0.01

Composición del aire seco a nivel del mar (Parry, 1993)

Materiales para el envasado

MATERIAL DEL ENVASE

<i>Permeabilidad a los gases (cm³/m²-día-atm) películas de 25µm 25°C</i>			
<i>Película</i>	<i>O₂</i>	<i>CO₂</i>	<i>N₂</i>
<i>Polietileno de baja densidad (LDPE)</i>	<i>7800</i>	<i>42000</i>	<i>2800</i>
<i>Polietileno de alta densidad (HDPE)</i>	<i>2600</i>	<i>7600</i>	<i>650</i>
<i>Polipropileno (PP) fundido</i>	<i>3700</i>	<i>10000</i>	<i>680</i>
<i>Polipropileno orientado</i>	<i>2000</i>	<i>8000</i>	<i>400</i>
<i>Etileno-acetato de vinilo (EVA)</i>	<i>12500</i>	<i>50000</i>	<i>4900</i>
<i>Policloruro de vinilo (PVC) rígido</i>	<i>150-350</i>	<i>150-350</i>	<i>60-150</i>
<i>Policloruro de vinilo (PVC) plastificado</i>	<i>500-30000</i>	<i>1500-46000</i>	<i>300-10000</i>
<i>Poliamida (PA) o Nylon-6</i>	<i>40</i>	<i>150-190</i>	<i>14</i>
<i>Poliamida (PA) o Nylon-11</i>	<i>500</i>	<i>2000</i>	<i>52</i>
<i>Politereftalato de etilenglicol (PER) o poliéster, orientado</i>	<i>50-130</i>	<i>180-390</i>	<i>15-18</i>
<i>Poliestireno (PS) orientado</i>	<i>5000</i>	<i>18000</i>	<i>800</i>
<i>Etileno-alcohol vinílico (EVOH)</i>	<i>3-5</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Ionómetros</i>	<i>6000</i>	<i>6000</i>	<i>-</i>

Materiales para el envasado

PERMEABILIDAD

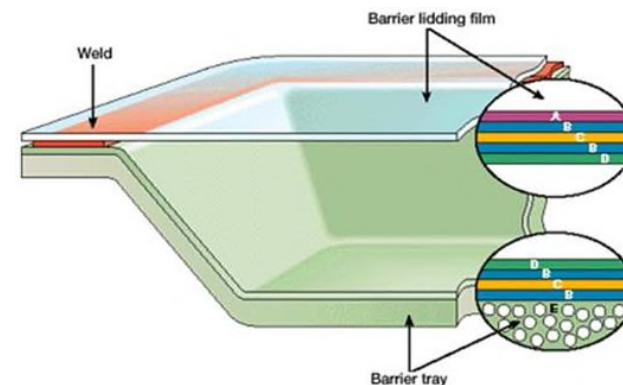
“Velocidad a la cual un gas atraviesa un polímero determinado”.

Consta de 3 procesos:

1. Absorción de las especies permeantes dentro del polímero.
2. Difusión a través del polímero.
3. La desorción de las especies que permean a partir de la superficie del polímero y la eliminación.

Factores que afectan a la permeabilidad del polímero:

- Solubilidad and difusión de pequeñas moléculas en el polímero.
- Estructura y complejidad de las cadenas poliméricas, la polaridad, la cristalinidad, la orientación, materiales de relleno, la humedad y la plastificación.



Gases utilizados

Gases Utilizados:

NITRÓGENO	DIÓXIDO DE CARBONO	OXÍGENO
INERTE INHIBIDOR DE MOHOS	BACTERIOSTÁTICO SOLUBLE EN AGUAS Y GRASAS	OXIGENA CARNES ROJAS MANTIENE COLOR

REGLAMENTO (CE) No 1333/2008 del parlamento europeo y del consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre aditivos alimentarios.

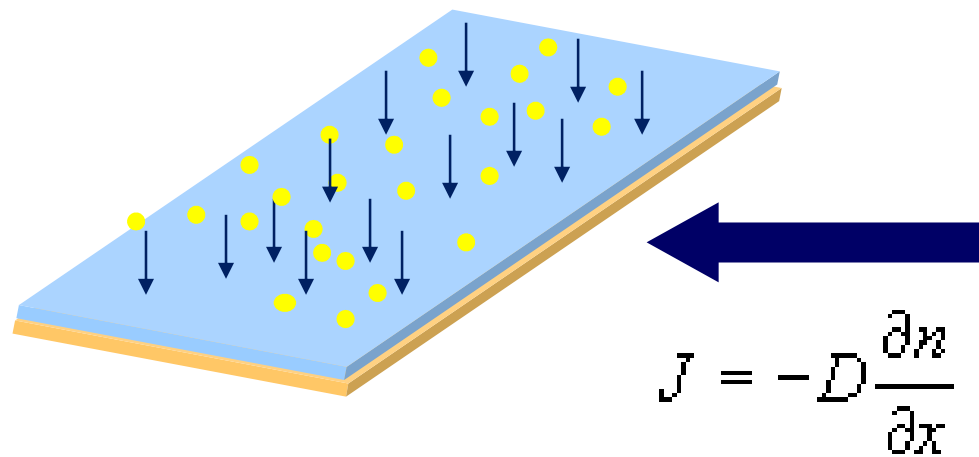
Gases utilizados

Productor Gas	% CO2	% N2	% O2
Linde AG	50-80	20-50	
Messer Industriegase GmbH	25-100	75-0	0
Air Products GmbH	30	70	
Air Liquide Deutschland GmbH	30	0	70
Praxair	30	70	
Westfalen AG	30	30	40

Composiciones de gas recomendadas por diferentes productores de gas para envasado de carne de aves en atmósfera modificada (Alemania).

Gases utilizados

Difusión del gas: Ley de Fick Difusión Gas –Líquido/Sólido



$$J = -D \frac{\partial x}{\partial x}$$



Gas (CO₂)



Fase acuosa (Agua + grasa superficial)



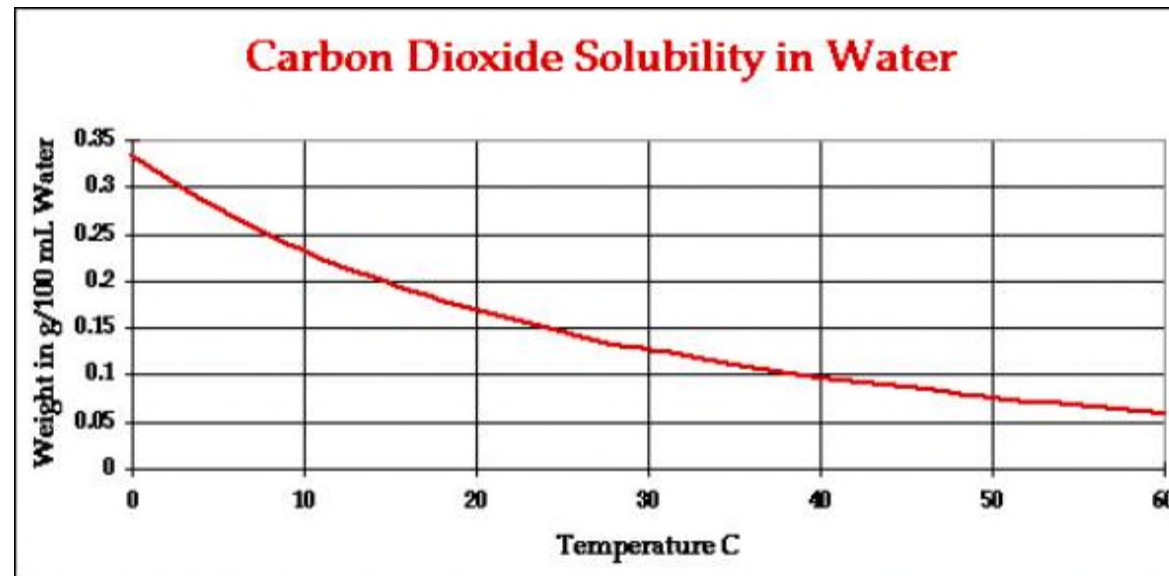
Piel

Gases utilizados

Solubilidad del CO2

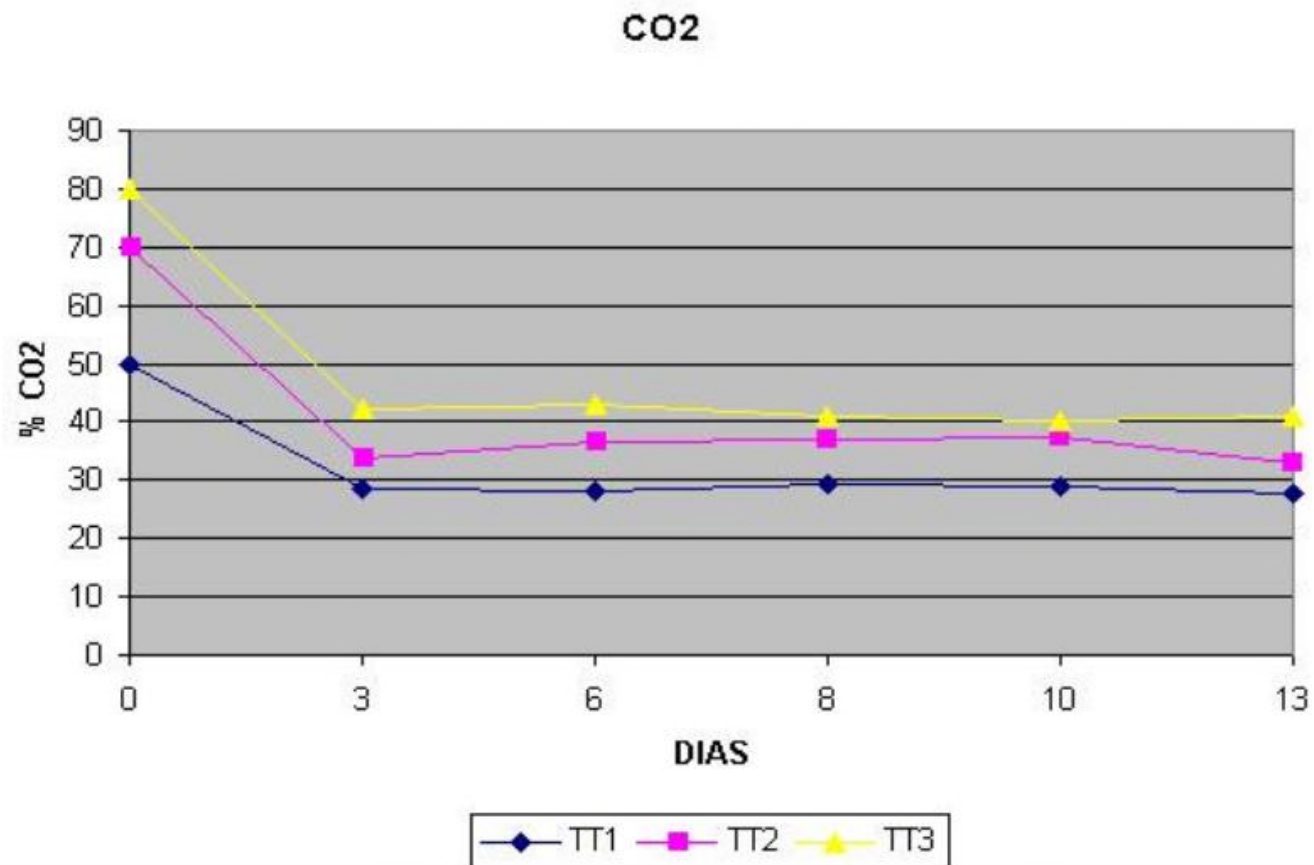
La concentración de CO2 disuelto a Tª moderada y baja presión cumple la ley de Henry (Daniels *et al.*1985).

$$[\text{CO}_2](\text{disuelto}) = K_H \times p\text{CO}_2$$



Gases utilizados

Absorción del CO2 en el producto



Gases utilizados

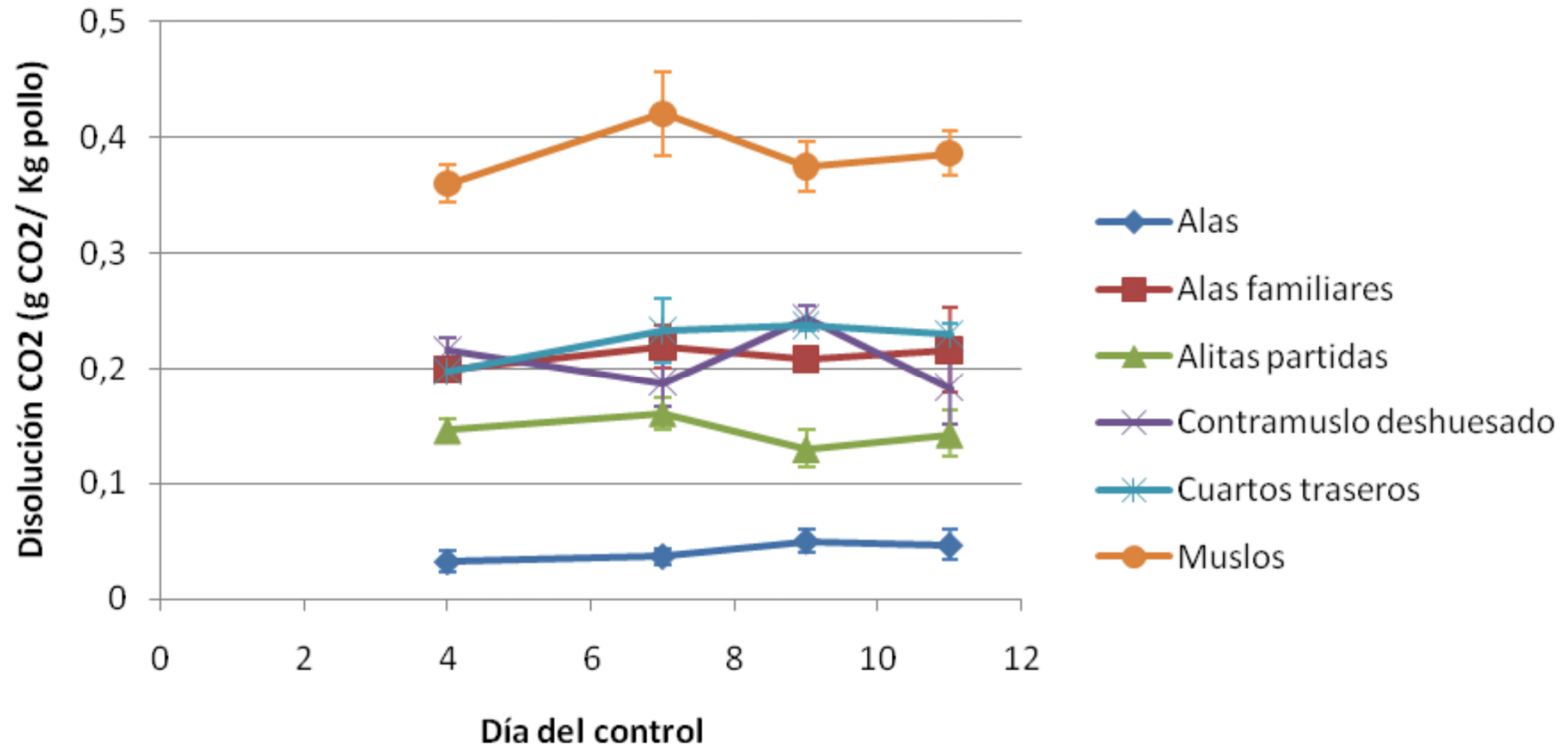
$$D_{CO_2} = \frac{[C_{i_{CO_2}} \cdot (V_b - V_p)] - [C_{f_{CO_2}} \cdot (V_b - V_p)] \cdot PM_{CO_2}}{P_p \cdot VM_{CO_2}}$$

- D_{CO_2} : Disolución del CO_2 en g CO_2 /Kg de pollo.
- $C_{i_{CO_2}}$: Concentración inicial de CO_2 (%) en el espacio de cabeza ($V_b - V_p^3$).
- V_b : Volumen de las bandejas (cm^3).
- V_p : Volumen de la porción de pollo (cm^3).
- $C_{f_{CO_2}}$: Concentración final de CO_2 (%) en el espacio de cabeza.
- PM_{CO_2} : Peso molar del CO_2 (g).
- P_p : Peso de la carne de pollo, en gramos.
- VM_{CO_2} : Volumen molar del CO_2 (L).



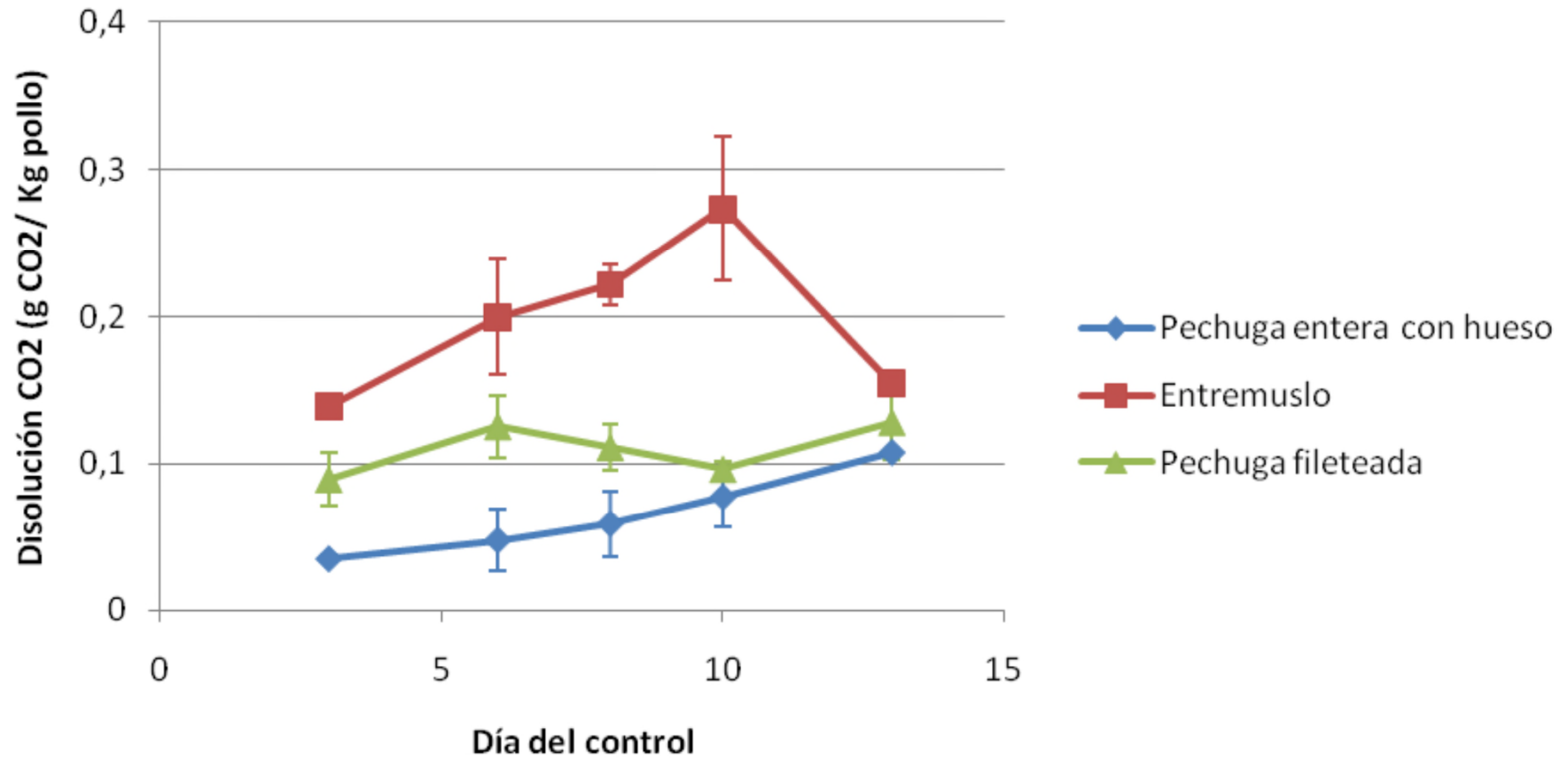
Gases utilizados

Solubilidad del CO2 en el producto.



Gases utilizados

Solubilidad del CO2 en el producto.



Mecanismos de acción sobre la flora alterante

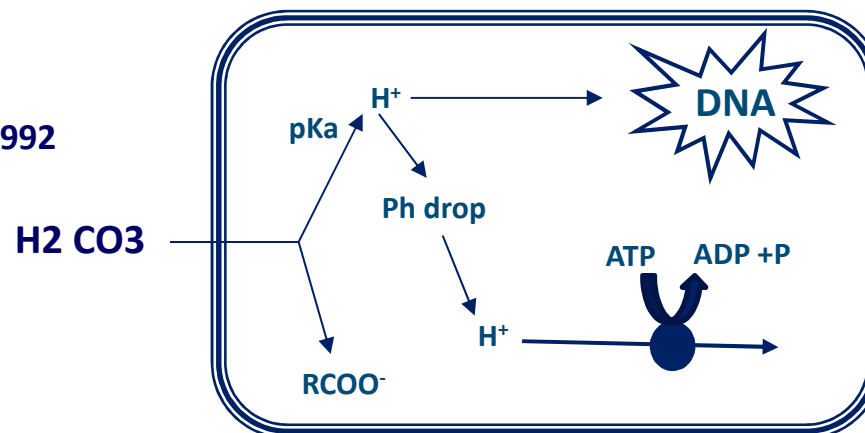
“La inhibición de la flora alterante en M.A.P., está influenciada por la concentración de CO₂ disuelto”. (Devlieghere *et al.*1998).

Modo de acción del CO₂:

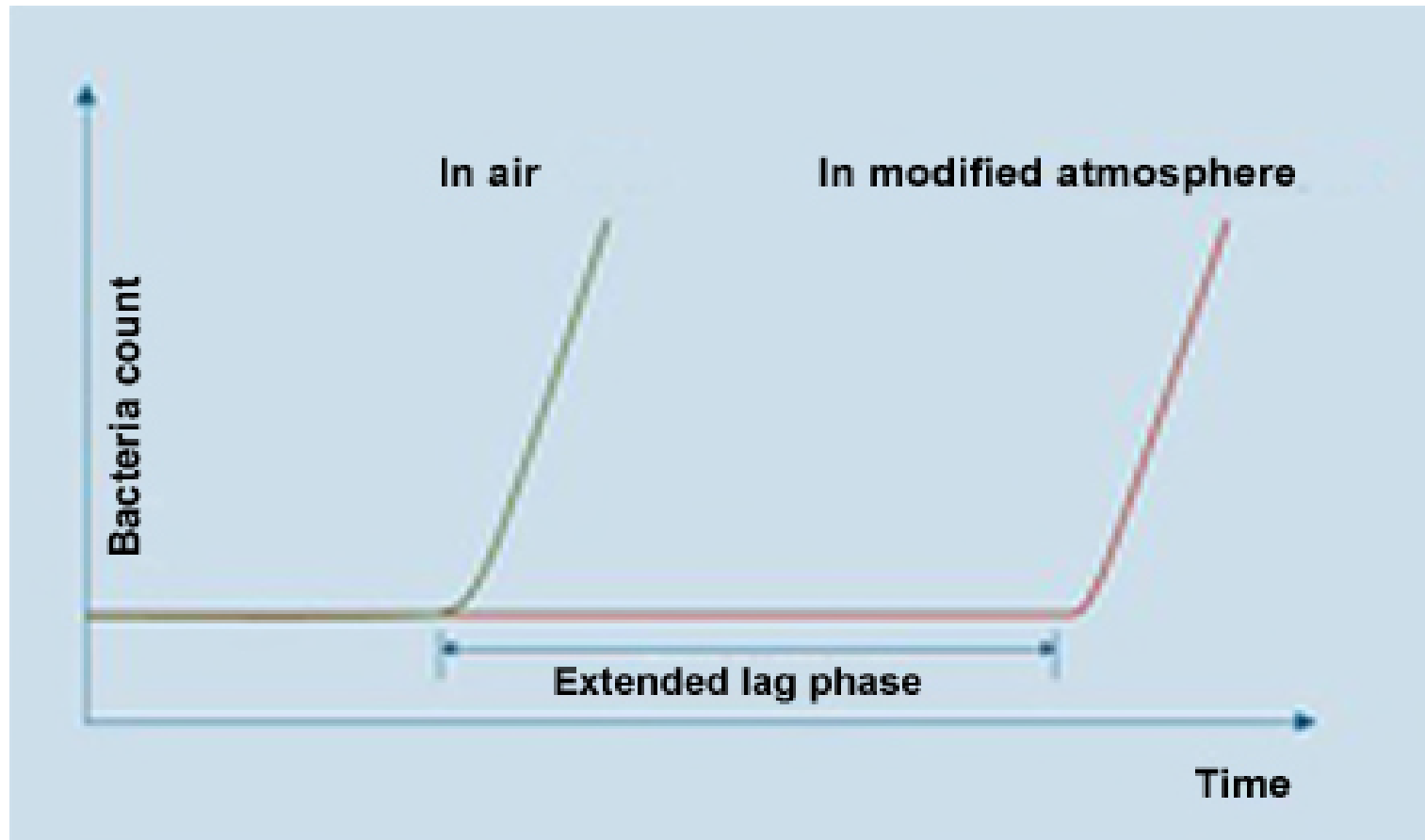
- Reducción de pH (Devlieghere *et al.*, 2000)
- Penetración Celular seguida de una reducción del pH citoplasmático (Krogh, 1919, Wolf, 1980, Tan y Gill,1982).
- Reacciones específicas sobre enzimas citoplasmáticas(Dixon, Jones 1989).
- Reacciones específicas sobre membranas biológicas (Daniels, Dixon,1989).

Bacterial cell pH sensitive

Cherrintong *et al.*1981 and Russel 1992



Mecanismos de acción sobre la flora alterante



Mecanismos de acción sobre la flora alterante

Producto	Mezcla de gases	Tª (°C)	Microflora	Referencia
Breast Fillets	60% CO2/39,6% N2/0.4%CO	4 y 8	<i>Pseudomonas</i> spp., Enterobacteriaceae, <i>B. thermosphacta</i> , LAB	Pettersen et al. 2004
Breast Fillets	15% N2/60% O2/25% CO2. 25% N2/ 45% O2 / 30% CO2 82% N2/18% CO2	4	<i>Pseudomonas</i> spp., Enterobacteriaceae, <i>B. thermosphacta</i> , LAB	Herbert et al. 2013
Breast Fillets	Aerobic	4	<i>Pseudomonas</i> spp	Rossaint et al. 2014
	30% CO2/70% N2		<i>Pseudomonas</i> spp., Enterobacteriaceae, <i>B. thermosphacta</i> , LAB	

Mecanismos de acción sobre la flora alterante

En condiciones de refrigeración y aerobiosis:

La alteración es debida a:

- La mayoría de estas especies utilizan la glucosa como fuente de carbono. Tiene por tanto que difundir a superficie. Cuando deja de difundir, utilizan lactato y aminoácidos.
- Cambios bioquímicos de los aminoácidos libres, nucleótidos y peptonas de la sangre que los microorganismos metabolizan produciendo ácido sulfhídrico, amoníaco, indol, cadaverina y otras sustancias de mal olor y consistencia viscosa característica.



Putrescina



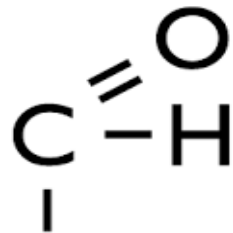
Cadaverina

Mecanismos de acción sobre la flora alterante

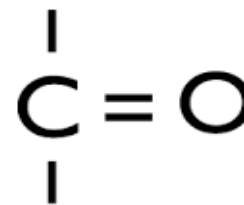
En condiciones de refrigeración y atmósfera modificada:

La alteración es debida a:

- Lactobacillus spp, utilizan la glucosa como fuente de carbono, disminuyendo el pH por la formación de ácido láctico y producción de CO₂ (Hinchazón de la bandeja).
- Si son heterofermentativos producen otro tipo de metabolitos como aldehidos y cetonas que se detectan a concentraciones de 10⁹ ufc/g.
- Si la flora predominante es Brochotrix, entonces se producen metabolitos que dan olores característicos leche agriada.



Aldehído



Cetona

Conclusiones

- Es posible extender la vida útil de la carne de ave, por la aplicación del envasado en atmósfera modificada.
- La elección del material para el envasado, vendrá en función de nuestros objetivos.
- La mezcla de gases utilizada será determinante para cumplir los objetivos de vida útil.
- Un mejor entendimiento del comportamiento del producto dentro del envase nos ayuda a la elección de la mejor mezcla de gases para nuestro producto y para nuestros objetivos.

“MUCHAS GRACIAS”