



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona



AVALUACIÓ DE DIFERENTS ATMOSFERES PROTECTORES PER A LA CONSERVACIÓ DE CUIXES DE POLLASTRE FRESQUES



TREBALL DE FINAL GRAU | Autora: Laia Vidal Zapater
Enginyeria alimentària

Tutor d'empresa: M^a José Pons

Tutor ESAB: Mercè Raventós

RESUM

La carn d'au fresca és extremadament sensible. Requereix un envasament segur i higiènic; no s'ha de trencar la cadena de fred per garantir la màxima qualitat. L'envasament en atmosfera modificada (EAM), que substitueix l'aire de l'interior de l'envàs per una barreja de gasos protectora, és un mètode no tèrmic que permet reduir els riscos microbiològics i amplia considerablement la vida útil de la carn d'au.

Actualment es segueix treballant i millorant les tecnologies d'envasament per a poder garantir-ne la seguretat i qualitat i poder allargar el temps de conservació de les carns.

Per assegurar la màxima qualitat de l'envasament en atmosfera protectora en cuixes de pollastre fresques els gasos més utilitzats són: oxigen (O_2), nitrogen (N_2) i diòxid de carboni (CO_2).

L'objectiu principal d'aquest treball ha estat estudiar, comparar i analitzar diferents barreges de gasos per a l'envasament en atmosfera protectora de cuixes de pollastre fresques, la vida útil i qualitat organolèptica d'aquestes.

En la realització d'aquest treball s'ha analitzat el comportament fisicoquímic, microbiològic i organolèptic durant el període de conservació, de mostres de cuixes de pollastre fresques conservades a 4 °C i en l'envasament de les atmosferes protectores següents: 40% O_2 / 20% CO_2 / 40% N_2 (40 O_2 20 CO_2), 20 % O_2 / 30% CO_2 / 50 % N_2 (30 CO_2 20 O_2), 70 % O_2 / 30% CO_2 (30 CO_2 70 O_2), 10% O_2 / 40% CO_2 / 50% N_2 (40 CO_2 10 O_2), 40% CO_2 /60% N_2 (40 CO_2 N_2), 70% O_2 / 30 % N_2 (70 O_2 30 N_2), i aire.

Els resultats obtinguts, en el conjunt dels diferents paràmetres estudiats, ens indiquen que el millor tractament és: (70% O_2 / 30% CO_2).

Paraules clau: Cuixes de pollastre fresques, atmosfera modificada, atmosfera protectora, envasament i vida útil.

RESUMEN

La carne de ave fresca es extremadamente sensible. Requiere un envasado seguro e higiénico; no se debe romper la cadena de frío para garantizar la máxima calidad. El envasado en atmósfera modificada (EAM), que sustituye el aire del interior del envase por una mezcla de gases protectora, es un método no térmico que permite reducir los riesgos microbiológicos y amplía considerablemente la vida útil de la carne de ave.

Actualmente se sigue trabajando y mejorando las tecnologías de envasado para poder garantizar su Seguridad, calidad y poder alargar el tiempo de conservación de las carnes.

Para asegurar la máxima calidad del envasado en atmósfera protectora en muslos de pollo frescos los gases más utilizados son: oxígeno (O_2), nitrógeno (N_2) y dióxido de carbono (CO_2).

El objetivo principal de este trabajo ha sido estudiar, comparar y analizar diferentes mezclas de gases para el envasado en atmósfera protectora de muslos de pollo frescos, la vida útil y calidad organoléptica de estas.

En la realización de este trabajo se ha analizado el comportamiento físico-químico, microbiológico y organoléptico durante el período de conservación, de muestras de muslos de pollo frescos conservadas a 4 °C y en el envasado de las atmósferas protectoras siguientes: 40% O_2 / 20% CO_2 / 40% N_2 (40 O_2 20 CO_2), 20 % O_2 / 30% CO_2 / 50 % N_2 (30 CO_2 20 O_2), 70 % O_2 / 30% CO_2 (30 CO_2 70 O_2), 10% O_2 / 40% CO_2 / 50% N_2 (40 CO_2 10 O_2), 40% CO_2 /60% N_2 (40 CO_2 N_2), 70% O_2 / 30 % N_2 (70 O_2 30 N_2), i aire.

Los resultados obtenidos, en el conjunto de los diferentes parámetros estudiados, nos indican que el mejor tratamiento es: (70% O_2 / 30% CO_2).

Palabras clave: Muslos de pollo frescos, atmósfera modificada, atmósfera protectora, envasado y vida útil.

ABSTRACT

Fresh meat is extremely sensitive. Requires safe and hygienic packaging; Its not necessary to break the cold chain to guarantee the highest quality. Modified atmosphere packaging (MAP), which replaces the air inside the container with a mixture of protective gases, is a non-thermal method that reduces microbiological risks and considerably increases the shelf-life of meat.

Nowadays we continue to work and improve packaging technologies to ensure their safety and quality and extend the shelf life of meats.

To ensure the highest quality packaging in protective atmosphere in fresh chicken thighs, the most commonly used gases are: oxygen (O_2), nitrogen (N_2) and carbon dioxide (CO_2).

The main objective of this work is study, compare and analyze different mixtures of gases for packaging in the protective atmosphere of fresh chicken thighs, their useful life and their organoleptic quality.

During this period, the physicochemical, microbiological and organoleptic behavior during the period of conservation, samples of fresh chicken thighs preserved at 4 °C and in the packaging of the following protective atmospheres was analyzed: 40% O_2 /20% CO_2 / 40% N_2 (40 O_2 20 CO_2), 20 % O_2 / 30% CO_2 / 50 % N_2 (30 CO_2 20 O_2), 70 % O_2 / 30% CO_2 (30 CO_2 70 O_2), 10% O_2 / 40% CO_2 / 50% N_2 (40 CO_2 10 O_2), 40% CO_2 /60% N_2 (40 CO_2 N_2), 70% O_2 / 30 % N_2 (70 O_2 30 N_2), and air.

The results obtained, in the set of the different parameters studied, indicate that the best treatment is: (70% O_2 / 30% CO_2).

Keywords: Fresh chicken legs, modified atmosphere, protective atmosphere, packaging and shelf life.

INDEX

ÍNDEX FIGURES.....	8
ÍNDEX TAULES.....	9
ÍNDEX ESQUEMES.....	9
ACRÒNIMS	11
PREFACI	12
1.INTRODUCCIÓ	13
1.1- COMERÇ DE POLLASTRE.....	13
1.2- VALOR NUTRICIONAL	14
1.3- L'ATMOSFERA MODIFICADA.....	15
1.3.1- La vida útil	15
1.3.2- Determinació vida útil	16
1.3.2.1- Proves microbiològiques.....	16
1.3.2.2-Proves fisicoquímiques	18
1.3.2.3-Avaluació organolèptica	18
1.3.3- Gasos.....	18
1.3.3.1- L'oxigen (E 948).....	19
1.3.3.2- Diòxid de carboni (E 290)	20
• Importància relació volum gas i volum producte	21
• SGS estabilització de gas soluble.....	22
1.3.3.3- Nitrogen (E 941).....	22
1.3.4- Avantatges EAM.....	23
2. OBJECTIU	24
3. MATERIAL I MÈTODES.....	25
3.1- DISSENY EXPERIMENTAL	25
3.2- MATERIAL I EQUIPS	28
3.2.1- Material de l'envasat.....	28
.....	29
3.2.2- Maquinària de l'envasat	29
3.2.3- Equips de protecció Individual (EPI)	30
.....	31
3.3. METODOLOGIA DE MOSTREIG	31
3.3.1- Anàlisi fisicoquímica.....	31

3.3.1.1- Anàlisi de gasos	31
3.3.1.2- pH.....	32
3.3.1.3- Pèrdua de pes i pes de l'exsudat	33
3.3.1.4- Determinació del color	33
3.3.1.5- Determinació del col·lapse	34
3.4- ANÀLISI MICROBIOLÒGICA	35
3.5- ANÀLISI ORGANOLÈPTICA	35
3.7 - ANÀLISI ESTADÍSTICA	36
4. RESULTATS I DISCUSSIÓ.	37
4.1- ANÀLISI DELS GASOS DE L'ESPAI DE CAP DE L'ENVÀS.....	37
4.2- ANÀLISI DEL pH	39
4.3- ANÀLISI DEL COLOR	41
4.3.1- Anàlisi del color de la pell	42
4.3.2- Anàlisi del color de la carn.....	44
4.4. ANÀLISI MICROBIOLÒGICA	46
4.5- PRODUCCIÓ D'EXSUDAT.....	50
4.6- PÈRDUA DE PES	51
4.7- COL-LAPSE	52
4.8- AVALUACIÓ DE LA QUALITAT ORGANOLÈPTICA	53
5. CONCLUSIONS.....	58
6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES I RECURSOS ELECTRÒNICS	61
ANNEX.....	63
Fotos de les mostres.....	64

ÍNDIX FIGURES

Figura 1: Carn de pollastre exportada d' Espanya al 2010.....	13
Figura 2: Variacions de l'ambient.....	19
Figura 3: Cuixes de pollastre de la empres distribuïdora.....	25
Figura 4: Safata de la marca Nutricpack de Polipropilè.....	28
Figura 5: Coixinet absorbent per mesurar l'exsudat.....	29
Figura 6: Envasadora Belca (model Victoria).....	29
Figura 7: Envasament de cuixes de pollastre fresques.....	31
Figura 8: Analitzador de gasos Oxybaby 6.0.....	32
Figura 9: Mesurador de pH Crison Basic 20+.....	32
Figura 10: Balança de precisió gram MS.....	33
Figura 11: Colorímetre Minolta CR-400.....	34
Figura 12: Peu de Rei.....	34
Figura 13: Mesura dels col.lapse.....	35
Figura 14: Evolució de la concentració (%) de a) diòxid de carboni b) oxigen.....	38
Figura 15: Evolució del pH.....	40
Figura 16: Evolució del color de la pell	42
Figura 17: Evolució del color de la carn.....	44
Figura 18: Evolució de la població de a) aerobis mesòfils, b) enterobacteriàcies i c) pseudomonas.....	47
Figura 19: Producció d'exsudat (%).....	50
Figura 20: perduda de pes (%) generada en els dies de mostreig 10 i 14.....	51
Figura 21: Col·lapse (mm).....	51
Figura 22: cuixa pollastre sense envasar dia 0.....	53

figura 23: Anàlisi visual dia 10.....	55
---------------------------------------	----

ÍNDIX TAULES

Taula 1: valors nutricionals de la carn de pollastre.....	14
Taula 2: Estimació de la vida útil.....	15
Taula 3: Relació de les bacteries amb el oxigen, patògens i alterants dels aliments.....	20
Taula 4: Valors de permeabilitat dels envasos de Nutripack i Lintop.....	28
Taula 5: resum dels bacteris estudiats.....	17

ÍNDIX ESQUEMES

Esquema 1. Diagrama de flux.....	27
----------------------------------	----

ANNEX

Annex: Fotos de les mostres.....	64
----------------------------------	----

ACRÒNIMS

EAP: Envasat en Atmosfera Protectora. (Durant la part experimental d'aquest estudi s'han fet servir les sigles MAP referents al terme en anglès: Modified Atmosphere Packaging (Envasat en Atmosfera Modificada), per aquest motiu, en alguns els apartats del document, així com els gràfics dels resultats, es descriu l'envasat en atmosfera protectora com MAP).

UFC: unitats formadores de colònies.

FAO: Organització de les Nacions Unides per a l'Alimentació i l'Agricultura.

MAPAMA: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente de España

SGS: estabilització de gas soluble.

PREFACI

Aquest treball s'ha realitzat a l'empresa Sociedad Española de CARBUROS METÁLICOS, S. A i s'ha fet paral·lel amb un estudi sobre l' Efecte de l'envasatge en atmosfera protectora en la vida útil i la qualitat de pits de pollastre frescos.

S'han fet servir els mateixos procediments, materials i mètodes d'estudi, canviant el producte analitzat. El present estudi s'ha realitzat amb cuixes de pollastre fresques amb pell, mentre que el segon, s'ha realitzat amb pit de pollastre fresc sense pell.

Encara que les anàlisis microbiològiques s'han dut a terme en un laboratori extern l'avaluació organolèptica s'ha realitzat íntegrament per l'alumna al laboratori de l'empresa amb la supervisió i assessorament de dos membres de CARBUROS METÁLICOS. També s'han dut a terme tasques com l'envasament inicial, l'estudi fisicoquímic i posteriorment un anàlisi estadística amb un programa de l'empresa.

1.INTRODUCCIÓ

1.1- COMERÇ DE POLLASTRE

Segons les últimes dades del Ministeri d'Agricultura, Alimentació i Medi Ambient la carn de pollastre és de les més venudes a Espanya després de la de porc. Es tracta, per tant, d'un sector d'indubtable importància per a l'economia de certes zones productores ramaderes del nostre país, en ser un tipus de carn de consum habitual. El nombre d'explotacions de pollastres ha anat creixent a Espanya fins a un 64,2 %¹ d'entre totes les explotacions avícoles.

Pel que fa a les exportacions en les gràfiques següents podem veure que la carn de pollastre és la que més s'exporta amb un 66,8 % cap a altres països majoritàriament Portugal, França i Regne Unit.

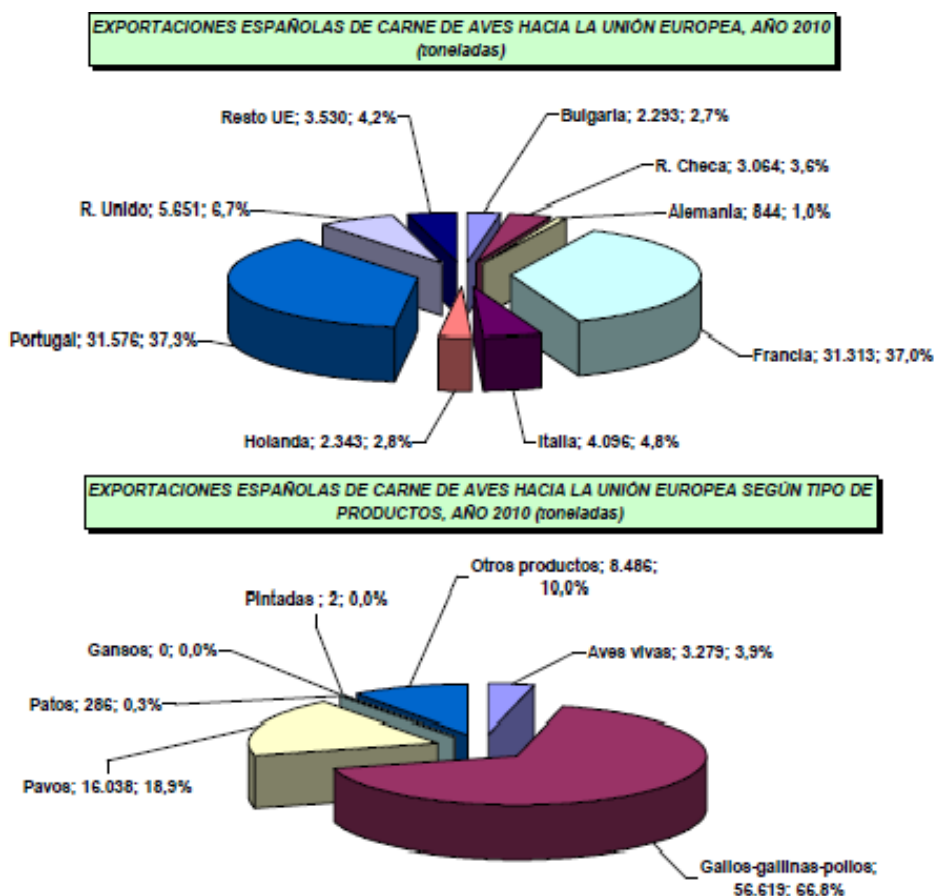


Figura 1: Carn de pollastre exportada d' Espanya al 2010 en tones i percentatges.

¹ Segons dades 2011 de S.G. Estadística (MARM). Agencia Estatal de la Administración Tributaria (A.E.A.T.).

Com podem observar es àmpliament disponible i s'ha anat expandint arreu del món (FAO, 2014). És relativament barat en comparació amb carns vermelles, i contribueix a la qualitat general de la dieta en diverses edats.

1.2- VALOR NUTRICIONAL

El pollastre rostit o a la planxa aporta aproximadament unes 120 calories per 100 grams, amb un alt percentatge en proteïnes (22 grams), només conté un gram de greix i no conté hidrats de carboni. Això explica que sigui un aliment present a la majoria de les dietes.

A més de ser un aliment ric en proteïnes, conté tots els aminoàcids essencials. Pel que fa als micronutrients, en l'apartat de vitamines que ens proporciona aquest aliment, cal destacar l'alt contingut de niacina i vitamina B6. Amb només 100 grams de pit de pollastre estarem proporcionant-li al cos la meitat de la quantitat diària de niacina, una vitamina molt important per al correcte funcionament de l'organisme. En la taula 1 podem veure més detalladament el valor nutricional:

Taula 1: valors nutricionals de la carn de pollastre:²



NUTRIENTES EN 100 GRS. DE CARNE DE POLLO	
NUTRIENTES	POLLO CRUDO
Humedad g	73
Proteína g	21
Grasa g	4
Ca mg	9
P mg	220
Fe mg	1.5
Na mg	70
K mg	300
Tiamina mg	0.8
Riboflavina mg	0.15
Niacina mg	6
B6 mg	0.15

COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE POLLO				
% A.	% A. Oleico	% A.	% A.	% A.
Saturados		Linoleico	Linolénico	Araquidónico
28 – 31	47 – 51	14 – 18	0.7 – 0.1	0.3 – 0.5

² Taula extreta de del document de "oferta y demanda del pollo" realitzat per alumnes de la universitat San Ignacio de Loyola. Mesco, O., et al., (2012).

Per això des de fa anys és busquen tècniques de conservació per a que aquest arribi al consumidor amb la millor qualitat, aparença i una vida útil més prolongada.

1.3- L'ATMOSFERA MODIFICADA

1.3.1- La vida útil

El temps de conservació o vida útil, segons el IFST (*Institute of Food, Science and Technology*), és el període durant el qual l'aliment:

- Es conserva apte pel consum.
- Manté de forma òptima les propietats organolèptiques, químiques, físiques i microbiològiques desitjades.
- S'ajusta a la declaració de dades nutricionals que figura a l'etiqueta si es va emmagatzemar i manipular en les condicions recomanades.

La vida útil dels productes peribles com els conservats en atmosfera normal, està limitada per dos factors: l'efecte de l'oxigen atmosfèric i el creixement de microorganismes aerobis que produeixen alteracions. Aquests factors poden produir canvis organolèptics: d'olor, aroma, sabor, textura i color, això fa que l'aliment pateixi un deteriorament general de la qualitat produint enranciment.

L'emmagatzematge refrigerat pot retardar aquests canvis indesitjables, però en alguns casos, l'increment de la vida útil aportat resulta insuficient. La composició de l'aire és, aproximadament: oxigen 21%, nitrogen 78% i diòxid de carboni, menys del 0,1%. L'atmosfera es pot modificar a l'interior de un envàs modificant les concentracions de oxigen, diòxid de carboni i de nitrogen; d'aquesta manera es pot allargar la vida útil dels aliments conservats en refrigeració, com s'observa en la taula 2.

Taula 2: Estimació de la vida útil de productes envasats en atmosfera modificada. Estudi realitzat per (*Parry, 1993*):

PRODUCTO	ENVASADO CON AIRE	ENVASADO EN ATMÓSFERA
Carne de ternera	4 días	12 días
Carne de cerdo	4 días	9 días
Pollo	6 días	18 días
Carnes cocinadas	7 días	28 días

D'altra banda, cal tenir en compte que cap tècnica de conservació pot millorar la qualitat inicial d'un producte, de manera que és necessari escollir amb cura les

característiques dels productes a conservar. Una gran càrrega microbiana inicial reduiria seriosament la conservació d'un producte, de manera que una màxima higiene de l'aliment i del seu procés de transformació seran claus per garantir la bona qualitat del producte final.

Per a poder prolongar la preservació degut al curt període de vida útil del pollastre fresc es requereixen bones pràctiques de fabricació i de la formulació dels productes, per exemple el pH (acidesa), nivell de sal o activitat de l'aigua i conservants. Sovint s'empren combinacions d'aquests factors per aconseguir estabilitat, el que es coneix com a tecnologia de barreres.

1.3.2- Determinació vida útil

Per a poder determinar la vida útil de diferents productes alimentaris realitzem tres mètodes principals: anàlisi organolèptica, microbiològica i fisicoquímica. Aquest temps de conservació depèn de dels mètodes de conservació i les condicions d'emmagatzematge en les pràctiques.

1.3.2.1- Proves microbiològiques

Mètodes dissenyats per detectar o enumerar tipus específics de microorganismes patògens o sapròfits, que es troben en els aliments. Aquestes proves donen suport a la validació o verificació de que les mesures d'innocuitat alimentària són efectives.

Si l'envasat es produeix en un ambient sense oxigen podrien desenvolupar-se organismes anaerobis, mentre que els productes envasats en presència d'oxigen possibilitaran el desenvolupament de microorganismes aerobis. Cal analitzar mostres periòdicament en el transcurs del temps de conservació, verificant com a mínim entre tres i cinc mostres per data de mostreig i format de l'envàs. En la taula 5 és troba un resum de les característiques, tipologies i habitats dels bacteris estudiats.

Taula 5: resum dels bacteris estudiats.

	Bacteris	Especies	Com son?	On viuen?	Que els caracteritza?		
GRAM NEGATIU	ENTERO- BACTERIÀCIES	<i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> i bacteris entèrics com el <i>vibrió</i>	Anaeròbics Facultatius, Neutròfils, Mesòfils	Tracte intestinal, aigües, vegetals	Alguns produeixen toxina com la salmonel·la. Solen estar mes en animals que en vegetals.	Fermentació àcid mixta	Desenvolupament d'aquests bacteris a pH 5, quan creixien produeixen àcid acètic, làctic, succínic.
							Fermentació butadífica
	PSEUDOMONAS, XANTHOMONAS, ACINETOBACTER, FLAVOBACTERIUM, ALCALIGENES...	<i>Aeròbics, Neutròfils (quan creixen puja el pH dels aliments), Psicròfils o Psicotròpics</i>	sols, vegetals i aigües	Quimioorganotròfics, nutrició senzilla i utilitzen molts compostos orgànics com a font de C i E, les xantomones son patògens de vegetals i obtenim goma xantana que es un espesant en la IA.			
BACTERIS ACETICS	<i>Aeròbics Estrictes, Acidòfils, Mesòfils</i>	Vegetals, flors, fruits I son microbiota secundaria (mai dominen al medi però quan els principals que son fongs i llevats acaben el creixement comencen ells)	Bacils curts que modifiquen de forma segons el medi, poden tenir flagels, catalasa+	Ruta metabòlica sucres	Arribem a acètic molt mes ràpid però ens dona uns residus la reacció que crea S02 que disminueix activitat microbiota i no ens interessa		
				Ruta metabòlica etanol	Arribem a acètic sens residus		

1.3.2.2-Proves fisicoquímiques

Els instruments més usats per a poder determinar els paràmetres fisicoquímics dels aliments al llarg del temps de conservació són: el pH-metre (és un sensor utilitzat en el mètode electroquímic per mesurar el pH d'una dissolució), i colorímetre (per determinar el color).

1.3.2.3-Avaluació organolèptica

És molt important analitzar visualment el producte ja que ens dona molta informació de l'estat de l'aliment. El producte es pot avaluar segons l'aspecte que presenta, l'olor que fa, la textura i en el cas que no hagin passat molts dies i sabem que no està contaminat microbiològicament, el sabor. D'aquesta manera podem establir el fi del temps de conservació.

1.3.3- Gasos

Els gasos utilitzats en la tècnica EAP són additius alimentaris autoritzats per la UE, segons el Reglament (UE) N° 1130/2011 (Reglament (UE) N° 1130/2011, 2005).

Dins dels tres tipus d'envasament en atmosfera protectora, aquesta tecnologia és la de l'aparició més recent. L'envasament en atmosfera modificada (EAM) consisteix en l'evacuació de l'aire contingut a l'envàs i la injecció del gas o de la combinació de gasos més adequat als requeriments del producte.

L'atmosfera gasosa canvia contínuament durant tot el període d'emmagatzematge, per la influència de diferents factors, com la respiració del producte en l'envàs, canvis bioquímics, i la lenta difusió dels gasos a través de l'envàs (Brody. A, 1996).

Gràcies a això, s'aconsegueix un estat d'equilibri entre els gasos consumits i produïts per l'aliment i els que entren i surten a través de la pel·lícula de envasat (figura 2). D'aquesta manera, s'aconsegueix mantenir una composició gasosa dins el paquet molt similar a la de partida.³

³Figura 2, extreta del llibre *tecnologías de envasado en atmósfera protectora* de Esther García Iglesias, Lara Gago Cabezas i José Luis Fernández Nuevo

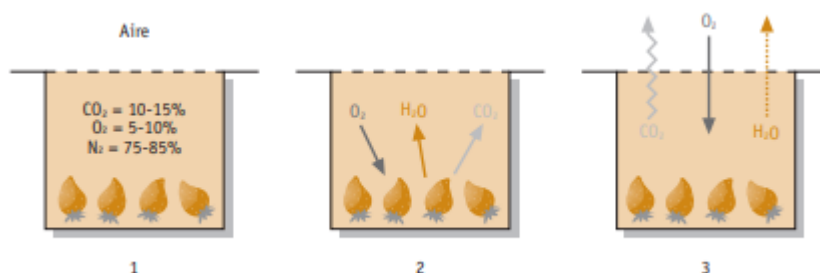


Figura 2: Variacions de l'ambient gasós en envasos amb productes metabòlicament actius sota una atmosfera modificada. 1) Composició inicial de l'atmosfera protectora; 2) consum d'oxigen i producció de diòxid de carboni i vapor d'aigua a causa dels processos metabòlics de producte; i 3) difusió de gasos a través del material d'envasament de permeabilitat selectiva.

A la resta de productes els canvis en l'atmosfera creada es deuen a reaccions enzimàtiques de poca intensitat i al pas dels gasos a través del material de envasat. Per a ells es seleccionen làmines d'alta barrera en què la difusió dels gasos és mínima.

Els gasos que s'expliquen en els següents apartats són els tres més usats per EAP però també s'utilitzen altres com: argó, heli, monòxid de carboni, hidrogen, diòxid de sofre, clor i l'ozó.

1.3.3.1- L'oxigen (E 948)

L'oxigen (O_2) és un gas incolor, inodor i insípid que s'obté per destil·lació fraccionada de l'aire. Es tracta d'un gas altament reactiu i comburent, és a dir, que afavoreix les reaccions de combustió.

L'oxigen és un dels gasos que més pot fer alterar l'aliment. En molts aliments de EAP es pretén eliminar o reduir per a inhibir reaccions d'oxidació que originen sabors i olors desagradables i el creixement de microorganismes patògens i alternats que ho necessiten per a la seva activitat metabòlica.

Però també prevé certes modificacions organolèptiques indesitjables en alguns productes. En el cas de la carn fresca manté el seu color vermell brillant quan hi ha prou oxigen en l'envàs. I la seva presència evita el desenvolupament de microorganismes anaerobis com els bacteris causants de la putrefacció en el peix.

L'oxigen provoca el deteriorament dels aliments per oxidació lipídica i per desenvolupament de microorganismes aerobis. En general, ha d'eliminar-l'oxigen, però també existeixen motius per a la seva presència en quantitats controlades.

- **Relació de les bacteries amb el oxigen, patògens i alterants dels aliments.**

Microorganismes	Necessitat d'oxigen	Patògens alimentaris	Alterants dels aliments
Aerobis	Es imprescindible	<i>Bacillus cereus</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Pseudomonas Acinetobacter/Moraxella Micrococcus Mohos
Facultatiu	Pot haver creixement en presència o no d'oxigen	<i>Salmonel·la Sthaphylococcus</i>	Brocothrix thermosphacta Shewanella putrificans Bacillus sp. Enterobacteriaceae Levaduras
anaerobi	S'inhibeix en la seva presència	<i>Clostridium perfringens</i> <i>Clostridium botulinum</i>	

Taula 3: Relació de les bacteries amb el oxigen, patògens i alterants dels aliments

1.3.3.2- Diòxid de carboni (E 290)

El diòxid de carboni (CO₂) És un gas incolor i inodor amb un lleuger sabor àcid. S'obté a partir de fonts naturals i com a subproducte de processos fermentatius (fabricació de cervesa o vi) o de la producció d'amoníac.

Es dels únics gasos aplicats en l'envasat en atmosfera protectora amb propietats bacteriostàtiques, fungistàtica i insecticides a concentracions de 20-60% (*Carburos Metálicos, 2016*). És molt eficaç contra de bacteris aerobis Gram-negatives (*Salmonel·la, Escherichia coli*) i floridures.

En menor mesura també afecta bacteris Gram-positives (*Staphylococcus aureus*) i llevats. Com més alt és el nivell de CO₂, major és el temps de conservació. En canvi, afavoreix el desenvolupament d'altres microorganismes com els bacteris àcid làctics.

El diòxid de carboni és un compost soluble en aigua i en greix de l'aliment, aquesta propietat s'incrementa a baixa temperatura pel que la seva eficàcia és major en productes refrigerats (*Parry, 1995*). Quan es produeix una dissolució excessiva del mateix en l'aliment es poden desencadenar-dos fenòmens negatius: el col·lapse de

l'envàs i la formació d'exsudat. El primer consisteix en la retracció del material de envasat a causa del descens de la pressió que exerceix el CO₂ a l'interior del paquet.

El exsudat es produeix pèrdua de la capacitat de retenció d'aigua de les proteïnes. El CO₂ en dissolució dona lloc a àcid carbònic que es descompon ràpidament reduint el pH del medi. Això comporta la desnaturalització de les proteïnes i la pèrdua de la seva capacitat per retenir l'aigua en els teixits. Aquests problemes d'exsudat són habituals en carns i peixos i la seva intensitat depèn de els mecanismes tampó presents en cada teixit.

Un altre problemàtica de l'ús de diòxid de carboni és que és difon més ràpid que altres gasos d'envasament en atmosfera protectora a través del material d'envasat. En general, la relació de permeabilitats correspon: CO₂ > O₂ > N₂.

La concentració de CO₂ redueix el creixement de la micra flora aeròbica típica, que se substitueix per microorganismes més resistents, com ara bacteris d'àcid làctic i espècies relacionades. (Hulánková *et al*, 2009).

- **Importància relació volum gas i volum producte**

Estudis previs afirmen que cal introduir una concentració mínima de 20-30% de CO₂ al cap espai de paquets per obtenir efecte antimicrobià, (Garcia *et al*, 2006).

Pel que fa a la conservació del pollastre en condicions d'atmosfera modificada, es demostra que com més gran sigui la concentració de diòxid de carboni, més gran serà la inhibició del creixement microbià (Patsias *et al*, 2006; Saucier *et al*, 2000; Vongsawadji, *et al*, 2008). No obstant això, el diòxid de carboni és altament soluble tant en aigua com en greixos per tant, quan altes concentracions de CO₂ s'apliquen a la carn en un sistema d'envasat flexible, el gas s'absorbeix pel múscul i els teixits grassos fins que s'aconsegueix l'equilibri.

A equilibri, la pressió parcial de CO₂ dins el paquet serà menor atmosfèric, llevat que s'afegeixi CO₂ en excés i en una quantitat suficient per saturar la carn a pressió atmosfèrica, i el paquet col·lapsarà al voltant de la carn. A més de la composició d'aliments i la concentració de CO₂ en la barreja, la dissolució de CO₂ en els aliments depèn principalment de la quantitat de gas introduït en el paquet. Per aquesta raó, la relació entre el volum de gas i el volum del producte (gv / pv) en el paquet té una influència important en l'efectivitat de MAP.

- **SGS estabilització de gas soluble**

A causa de l'augment de la solubilitat de CO₂ a temperatures més baixes i a les pressions parcials i totals més elevades (Sivertsvik, et al., 2004; Sivertsvik, et al., 2004), es va concloure que es pot dissoldre una quantitat suficient de CO₂ pur al producte durant 1 a 3h abans de l'emalatge definitiu.

Aquest mètode es denomina estabilització de gas soluble (SGS) que consisteix en una saturació prèvia dels aliments amb pur CO₂, preservant-lo a temperatures de refrigeració per a un període determinat de temps. SGS té el potencial per evitar el col·lapse del paquet, fins i tot a ràtios d'ompliment elevats, sense comprometre la qualitat de l'envasat alimentació, donant com a resultat productes més adequadament empaquetats i l'eficiència d'envasat augmentada. Aquest tractament s'ha provat amb diferent tipus de productes alimentaris com aus de corral amb una barreja anaeròbia MAP.

Estudis actuals realitzats pel Departament de R+ D de CARBUROS METÀLICOS (Al-Nehlawi et al., 2012) afirmen que l'aplicació del pre-tractament SGS (100% de CO₂, 3 h) a les cuixes de pollastre crues millora la qualitat microbiològica de la carn en comparació amb el MAP tradicional, augmentant la seva vida útil. Es pot reduir el col·lapse del paquet utilitzant el pretractament SGS, sense canviar les propietats sensorials del pollastre. SGS podria augmentar el temps de pretractament de SGS per assegurar una alta concentració de CO₂ dissolt en cuixes de pollastre.

No obstant això, seria necessari esbrinar si l'extensió del pretractament SGS, per tal de saturar la carn gairebé per complet, seria compatible amb els procediments de temps industrials i per buscar una aplicació factible en les indústries alimentàries.

1.3.3.3- Nitrogen (E 941)

El nitrogen (N₂) És un gas incolor, inodor i insípid que s'obté a partir de la destil·lació fraccionada de l'aire de la mateixa manera que l'oxigen. És poc reactiu i s'utilitza per desplaçar el aire i, particularment, l'oxigen per tal d'evitar el desenvolupament de microorganismes aerobis i els problemes d'oxidació. També actua com a gas d'envasat de farciment ja que prevé el col·lapse de l'envàs quan té lloc una dissolució excessiva de diòxid de carboni en els teixits de l'aliment i com a gas d'equilibri per compensar la composició de la barreja.

El principal inconvenient d'aquests ambients gasosos és el risc de creixement de microorganismes anaerobis.

1.3.4- Avantatges EAM.

L'envasament en atmosfera protectora presenta nombrosos avantatges si es compara amb els processos d'envasat convencionals en aire. Algunes de les més importants són :

- L'increment del temps de vida útil dels aliments evitant o retardant el desenvolupament microbià i el deteriorament químic i enzimàtic.
- La reducció de la intensitat d'altres tractaments complementaris de conservació per arribar a un mateix temps de vida.
- La simplificació de la logística de distribució.
- Un nombre menor de devolucions.
- Una millora en la presentació de l'aliment.
- Disminució additius.

2. OBJECTIU

L'objectiu d'aquest estudi és avaluar l'efecte de l'atmosfera protectora en cuixes de pollastres utilitzant en set combinacions de gasos diferents. I determinar amb quina/es s'obtenen millors resultats i una vida útil més llarga.

Per poder dur a terme aquest objectiu, s'han definit els següents objectius específics:

- Avaluar l'efecte de diferents barreges de gasos per a l'envasat en atmosfera modificada de cuixes de pollastre fresques, sobre les seves característiques físico-químiques i organolèptiques.
- Determinar l'estat microbiològic de cuixes de pollastre fresques envasades en atmosfera protectora amb diferents barreges de gasos, durant el seu emmagatzematge en refrigeració.
- Determinar l'efecte d'atmosferes protectores amb altes concentracions d'oxigen en cuixes de pollastre fresques.

3. MATERIAL I MÈTODES

El pollastre que s'ha utilitzat per a la realització d'aquest estudi és processat i distribuït per l'empresa TORRENT I FILLS, S.A situada a MATARÓ (Barcelona).

El pollastre adquirit estava preparat pel consum, va ser comprat directament tallat en cuixes per l'empresa distribuïdora, la qual cosa va facilitar i agilitar els processos d'envasat en MAP i refrigerat, (figura 3).



Figura 3: Cuixes de pollastre recent arribades de la empres distribuïdora.

3.1- DISSENY EXPERIMENTAL

L'estudi es van dur a terme a les instal·lacions del Laboratori de Conservació d'Aliments de Carbuos Metàlics-Grup Air Products, situat a l'edifici MATGAS del campus de la Universitat Autònoma de Barcelona (Bellaterra, Barcelona).

Per a la realització d'aquest estudi, es van realitzar el tractament Envasat en Atmosfera Modificada (EAM) sobre el pollastre ja tallat en cuixes de pollastre fresques que venien en safates del distribuïdor aquell mateix matí.

Es van rebre aproximadament uns 65 kg de cuixes de pollastre fresques i unes 440 unitats en el laboratori. Inicialment es pretenia posar tres cuixes de pollastre en cada safata per assolir un pes de 425 g però en realitat va assolir una mitjana de 373,78 g

per safata ja que les cuixes tenien mides diferents i va dificultar quadrar el pes fixat inicialment. Les mostres van ser obtingudes en caixes i envasades en atmosfera protectora abans de 10 hores des de la seva recepció.

Un cop pesat el pollastre i etiquetades les safates es va realitzar l'envasament en atmosfera modificada de les mostres (Esquema 1).

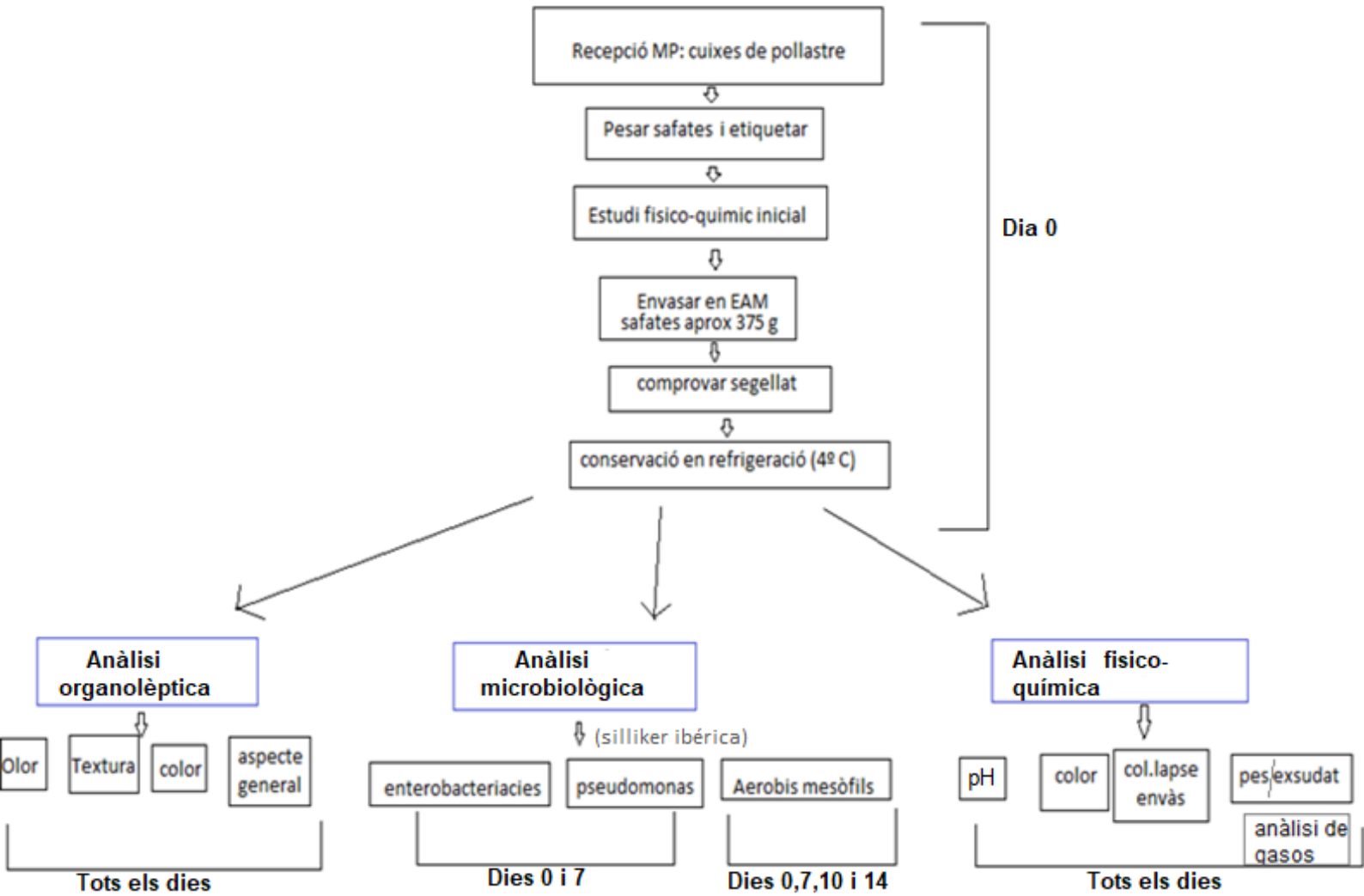
Per a la realització de l'envasament es va utilitzar set combinacions de gasos diferents: 40%O₂/ 20% CO₂/ 40%N₂ (40 O₂ 20 CO₂), 20 % O₂/ 30% CO₂/ 50 % N₂ (30 CO₂ 20 O₂), 70 % O₂/ 30% CO₂ (30 CO₂ 70 O₂), 10% O₂ / 40% CO₂ / 50% N₂ (40 CO₂ 10 O₂), 40% CO₂ /60% N₂ (40 CO₂ N₂), 70% O₂/ 30 % N₂ (70 O₂ 30 N₂), i aire.

El tractament aire es va utilitzar com a control ja que, la barreja de gasos d'aquest tractament era similar als gasos presents a l'atmosfera.

Les mostres es van mantenir en condicions de refrigeració (4 °C) durant els 14 dies de mostreig i es van realitzar anàlisis fisicoquímiques i organolèptiques durant cada dia d'assaig. Es va descartar els que pitjor estat tenien com per exemple l'aire que a partir del dia 10 es va analitzar parcialment. En els dies 0 i 7 es van realitzar anàlisis microbiològiques de enterobacteriàcies i pseudomonas i en els dies 0,7,10 i 14 de aeròbics mesòfils per a cada tractament en dos barquetes extres.

En total van sortir 140 barquetes, 21 barquetes/dia d'anàlisi fisicoquímica (tres repeticions de cada gas), i 14 barquetes/dia per l'anàlisi microbiològica (dos de cada combinació de gasos). A més a més es van fer dos extres de més de cada gas per si hi havia problemes al segellar.

Esquema 1: Diagrama de flux del procediment seguit per realitzar l'estudi de cuixes de pollastre fresques en atmosfera protectora.



3.2- MATERIAL I EQUIPS

3.2.1- Material de l'envasat

L'envasament de les mostres es va fer amb una termosegelladora, i es van utilitzar unes safates de la marca Nutripack de material Polipropilè (PP) de volum (1000 cm³), mida (230 x 140 mm), (figura.4); i per al film de tapa es va utilitzar LINTOP PE HB a 50, de 50µm de gruix, amb permeabilitat (<5 cm³ / m² / 24h al O₂), (Taula 4.). Per al film, la permeabilitat al CO₂ és (<25 cm³ / m² / 24h i de <3 g / m² / 24h) per al vapor d'aigua. Dins de la safata es va col·locar un coixinet absorbent per mesurar l'exsudat de les cuixes de pollastre, (figura.5). La temperatura de segellat és de 140°C, +/- 10°C.

Taula 4. Valors de permeabilitat dels envasos de Nutripack i Lintop, utilitzats en les safates de pollastre envasades amb EAM⁴

Permeabilidad	Bandeja	Film (50µm)	Unidades
Oxígeno (O ₂)	<0,5	<5	cm ³ /m ² /24h
Vapor de agua	Baja	<3	g/m ² /24h
Dióxido de carbono (CO ₂)	-	<25	cm ³ /m ² /24h



Figura 4: Safata de la marca Nutripack de material Polipropilè, volum 1000 cm³ mida 230 x 140 mm.

⁴ Document facilitat per l'empresa LINPAC.

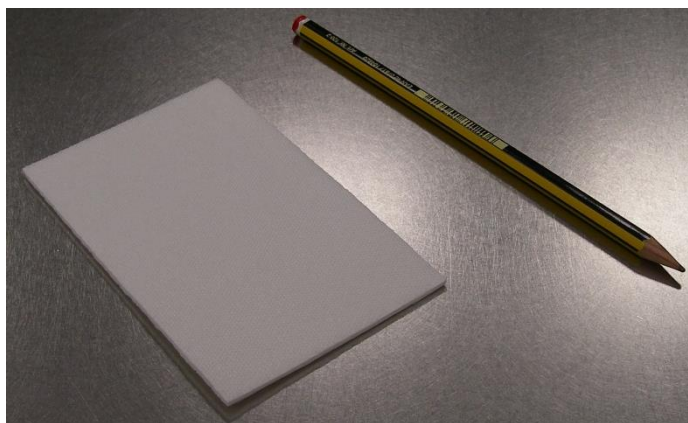


Figura 5: Coixinet absorbent per mesurar l'exsudat de les cuixes de pollastre, col·locat a l'interior de la safata.

3.2.2- Maquinària de l'envasat

Per a l'envasament de les barquetes de pollastre es va utilitzar una màquina termosegelladora de la marca Belca, model Victòria (figura 6.). És una envasadora de termosegellat semiautomàtica, que treballa en discontinu amb envàs preformat i en lots de 2 envasos per cicle.

Es pot programar de moltes maneres, variant els diferents paràmetres necessaris per a la realització de l'envasament. Entre aquests paràmetres, es pot seleccionar el temps, la pressió de buit i d'injecció de gas, així com el temps de segellat.



Figura 6: Envasadora Belca (model Victòria). Envasat de pits de pollastre(estudi paral·lel).

La barreja de gasos es va preparar mitjançant un mesclador de gasos, de la marca Witt , dotat d'un sistema de canonades i vàlvules que connecta amb les ampolles que contenen els gasos purs (CO_2 , N_2 i O_2) de qualitat alimentària (S. E. de CARBUROS METÁLICOS S.A.).

3.2.3- Equips de protecció Individual (EPI)

S'entén per EPI (Equip de Protecció Individual), qualsevol equip destinat a ser portat o subjectat per el treballador perquè el protegeixi d'un o diversos riscos que puguin amenaçar la seva seguretat o la seva salut, així com qualsevol complement o accessori destinat a tal fi.

S'exclouen d'aquesta definició una sèrie de materials i d'equips, per exemple els equips dels serveis de socors i de salvament, i el material d'autodefensa o de dissuasió.

Els equips de protecció individual s'han d'utilitzar quan els riscos no puguin ser prou controlats per mitjans tècnics de protecció col·lectiva o per procediments d'organització del treball

Els EPI estan sotmesos a un "doble marc normatiu": des de l'òptica de la seguretat i salut en el treball, el Reial Decret 773/1997, de 30 de maig, estableix les disposicions mínimes per garantir una protecció adequada del treballador / a durant seva utilització i des del punt de vista de la seguretat del producte, el Reial Decret 1407/1992, de 20 de novembre, estableix els requisits que han de complir els EPI, des del seu disseny i fabricació fins a la seva comercialització, per tal de garantir la salut i seguretat dels usuaris.

Per seguretat i garantir la higiene del producte i l'espai es va utilitzar bata de laboratori, guants de làtex, barret i ulleres protectores homologades (figura.7), així com material tècnic de laboratori (Pipetes i gots de precipitat).



Figura 7: Envasament de cuixes de pollastre fresques amb la indumentària adequada (barret, guants de làtex, bata i ulleres protectores).

3.3. METODOLOGIA DE MOSTREIG

3.3.1- Anàlisi fisicoquímica

3.3.1.1- Anàlisi de gasos

El mesurament de la proporció de gasos a l'espai de cap dels envasos de les diferents mostres de cuixes de pollastre va ser analitzada amb un analitzador de gasos de la marca Witt, model OXYBABY 6.0. Com s'observa a la Figura 8, es tracta d'un mesurador de gasos portàtil i sense fil, amb una agulla a la base inferior que s'injecta a través del film, a l'interior del envàs, i permet la lectura dels gasos, en percentatge, presents en l'envàs.

El Analitzador Witt OXYBABY 6.0, té un rang de mesures de 0-100%, amb una precisió de 0,1%. El seu temps de resposta és de 6-10 segons i funciona amb temperatures de 5-40°C. Mostra el contingut d'O₂, CO₂ en %, i és específic per a la lectura de l'espai de cap de productes envasats en MAP.

Per a la realització de les anàlisis es van fer dos mesuraments de gasos per cada repetició i dia d'anàlisi.

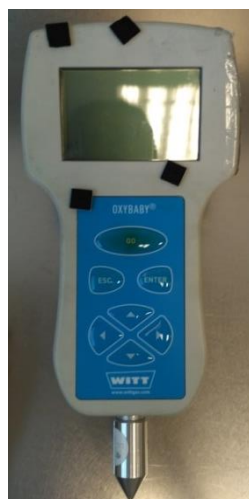


Figura 8: Analitzador de gasos Oxybaby 6.0.

3.3.1.2- pH

El pH de les cuixes de pollastre es va determinar amb un mesurador de pH de la marca barcelonina Crison, model 20+ Basic (figura 9). Les mesures es van realitzar directament a les tres cuixes per separat mitjançant un elèctrode de penetració (Crison).

El mesurador de pH Crison Basic 20+ analitza la concentració de protons (H^+) mitjançant l'elèctrode per estabilitat de pH i amb una precisió de $\pm 0,01$. El seu error és de $\leq 0,01$ pH. També pot mesurar en continu i té una freqüència de calibratge programable de 0 hores a 7 dies.

És necessari que cada dia de mostreig, abans d'iniciar els mesuraments, es calibri el mesurador de pH mitjançant tres solucions tampons contingudes en recipients verd, vermell i blau, com es mostra a la (figura 9) de pH 7,00, 9,76 i 4,01, respectivament.



Figura 9: Mesurador de pH Crison Basic 20+.

3.3.1.3- Pèrdua de pes i pes de l'exsudat

Per calcular la pèrdua de pes de les cuixes de pollastre, es van realitzar dues mesures a cada safata: una abans de l'envasat (per a que totes tinguessin un pes semblant) i una cada dia de mostreig durant l'anàlisi fisicoquímica a cada safata per a poder calcular la diferència de pes. Quan s'obria el film s'extreia el líquid exsudat que es traspassava en un got de precipitats per a calcular el pes d'aquests.

Per a la realització de les pesades es va utilitzar una bàscula de precisió de la marca GRAM PRECISION, amb seu central a Barcelona. La bàscula usada és una Gram, sèrie MS, model MS-3, amb una resolució de 0,1 g, una capacitat de 3000 g, i unes dimensions del plat de 198 * 176 mm. Permet el treball a una temperatura de 0- 40°C (Figura.10).

Es va calcular el percentatge de la pèrdua de pes i exsudat, per cada dia de mostreig, per a cada un dels tractaments.



Figura 10: Balança de precisió gram MS.

3.3.1.4- Determinació del color

El color de les cuixes de pollastres es va analitzar en la pell i en la carn amb el colorímetre de la marca comercial japonesa amb seu a Espanya, Konica Minolta, model CR-400 (Fig. 11). Aquest colorímetre utilitza un detector de cèl·lules fotoelèctriques de silici, amb un temps de mesurament d'1 s i un interval de mesurament de 3 s. Està dotat amb un rang de pantalla 1:01-160,00% (reflexió). Presenta un il·luminant C, 0° observador estàndard i 8 mm d'àrea de mesurament, calibrat amb una placa blanca ($L^* = 86,5$; $a^* = 0,3171$; $b^* = 0,3238$) cada dia de mostreig. Determina les coordenades tricromàtriques CIE-Lab (L^* , a^* , b^*).

La necessitat d'un espai de color uniforme va conduir a la creació d'una sèrie de transformacions no lineals de l'espai CIE XYZ en el 1931, que van concloure en l'especificació concreta d'una d'aquestes transformacions en el que es coneix com a espai de color CIE 1976 ($L^* a^* b^*$). La norma estàndar que regula les coordenades tricromàtriques CIE-Lab diu que les aproximacions dels valors tri estimulats poden ser obtinguts mitjançant mesuraments fets amb un colorímetre que doni lectures generalment normalitzades a 100. Després s'han de normalitzar cap als equivalents CIE. Els mesuraments mitjançant filtres han de ser denominades adequadament com R, G i B en lloc de X, Y i Z. (*Guia para entender la comunicaci3n del color, 2002*)

Per a cada cuixa de pollastre de la safata cada dia de mostreig es van realitzar uns 10 mesuraments per repetici3n de pell i de carn.



Figura 11: Colorímetre Minolta CR-400

3.3.1.5- Determinaci3n del col·lapse

S'ha mesurat el col·lapse de l'envàs que patia deformaci3n negativa amb un peu de rei, calibrat amb resoluci3n 0,01cm (Figura 12). Amb aquest es mesurava la distància des de la part superior central dels envasos, fins al centre del punt més col·lapsat, tal i com es mostra a la (Figura 13). El col·lapse màxim es produïa quan el film de tapa tocava el producte.

Es va realitzar una mesura per a cada una de les repeticions, obtenint tres valors per a cada tractament i dia de mostreig.



Figura 12: Peu de Rei, instrument per mesurar el col·lapse de l'envàs, calibrat amb resoluci3n 0,01 cm.

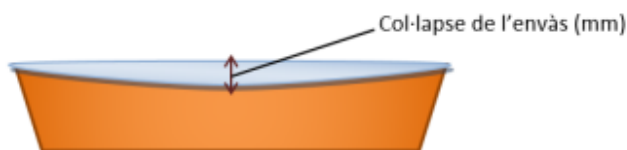


Figura 13: Mesura dels col·lapse del envàs.

3.4- ANÀLISI MICROBIOLÒGICA

Les anàlisis microbiològiques es van realitzar al Laboratori SILLIKER Ibèrica S.A.U. a Barcelona. Es van efectuar mesures de aerobis mesòfils els dies de mostreig (0;7;10 i 14) i de pseudomonas i enterobacteriàcies (0,7) dos repeticions de cada tractament estudiat per dia.

En l'anàlisi es va determinar la presència en el producte de els tres microorganismes esmenats anteriorment: pseudomonas, enterobacteriàcies i aerobis mesòfils, en unitats formadores de colònies / g de pollastre, (ufc / g). Cada anàlisi segueix el protocol *ISO 21527: 2008*, *ISO 4833-1: 2013* i *ISO 21527: 2008*, respectivament.

3.5- ANÀLISI ORGANOLÈPTICA

Durant els 14 dies de mostreig l'alumna junt amb la supervisió de dos membres de l'empresa va anar anotant les característiques organolèptiques. Aquesta es va realitzar de manera subjectiva en les diferents combinacions de gasos en totes les barquetes de pollastre i es va valorar el seu estat numèricament del 0-5. El zero era la valoració més negativa i el 5 la més positiva. Es va escollir fer una valoració numèrica per tal de facilitar el tractament de les dades. Es van analitzar els següents paràmetres: aspecte general del producte, aroma, color i textura. D'aquesta manera es podia determinar quines barreges tenien més vida útil i quines calia aturar el seu estudi.

Pel que fa al paràmetre aroma, es va tenir en compte que aquest fos el més semblant possible al dia de l'envasat.

En referència a la textura, es va tenir en compte que les cuixes de pollastre fossin turgents, que no fossin toves, i la rugositat de la pell. També que no apareguessin grànuls blancs.

Pel que fa al color és va valorar per separat el color de la pell i de la carn. Es va tenir en compte el matís del color, és a dir, quan aquest era fosc, la valoració era de zero, mentre que si el color es considerava intens (groc intens en el cas de la pell) com el dia inicial, es valorava amb un 5.

Per fer l'avaluació de l'aspecte general del producte es va valorar que la mostra tingués un aspecte el més fresc possible, és dir, el més semblant al primer dia. Amb un zero s'indicava que el producte tenia un aspecte desagradable i amb un 5, que el producte es veia fresc.

3.7 - ANÀLISI ESTADÍSTICA

Els resultats obtinguts de tots els experiments es van tractar estadísticament amb el paquet estadístic JMP® 10.0.2 (SAS Institute, 2012).

De tots els resultats obtinguts, es va calcular cada dia la mitjana i l'error estàndard. Per comprovar si hi havia diferències significatives entre els tractaments ($p < 0,05$) es va realitzar una anàlisi de la variància (ANOVA). Si hi havia diferències significatives ($p < 0,05$), es realitzava un test de (Tukey Multiple Range) per comparar mitjanes. Es mostraven amb la mateixa lletra els valors entre els quals no hi havia diferències significatives.

En el següent apartat del document ("Resultats i discussió"), s'analitzen i discuteixen aquells resultats obtinguts de l'anàlisi estadística que són significatius i, per tant, rellevants en aquest estudi.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ.

4.1- ANÀLISI DELS GASOS DE L'ESPAI DE CAP DE L'ENVÀS.

En les mostres envasades amb les barreges de gasos 40%CO₂ / 60%N₂ (40CO₂ 60N₂), 40%CO₂ /10%O₂ / 50%N₂ (40CO₂ 10O₂) i 30%CO₂ / 20%O₂ / 50%N₂ (30CO₂ 20O₂) s'observa una disminució significativa del nivell de CO₂ entre l'inici de l'estudi i el dia 3 (p<0,05) (fig. 14a). Això es pot atribuir a la dissolució del CO₂ en l'aigua i greix del producte.

En els tractaments (30 % CO₂/ 70% O₂) a partir del dia 7 i a partir del dia 10 en el (30% CO₂/ 20% O₂) s'aprecia un increment significatiu de CO₂ fins al final de l'estudi (p<0,05) degut al desenvolupament de bacteris aerobis i pseudomonas (Figura 14a) i (Figura 18 a i c).

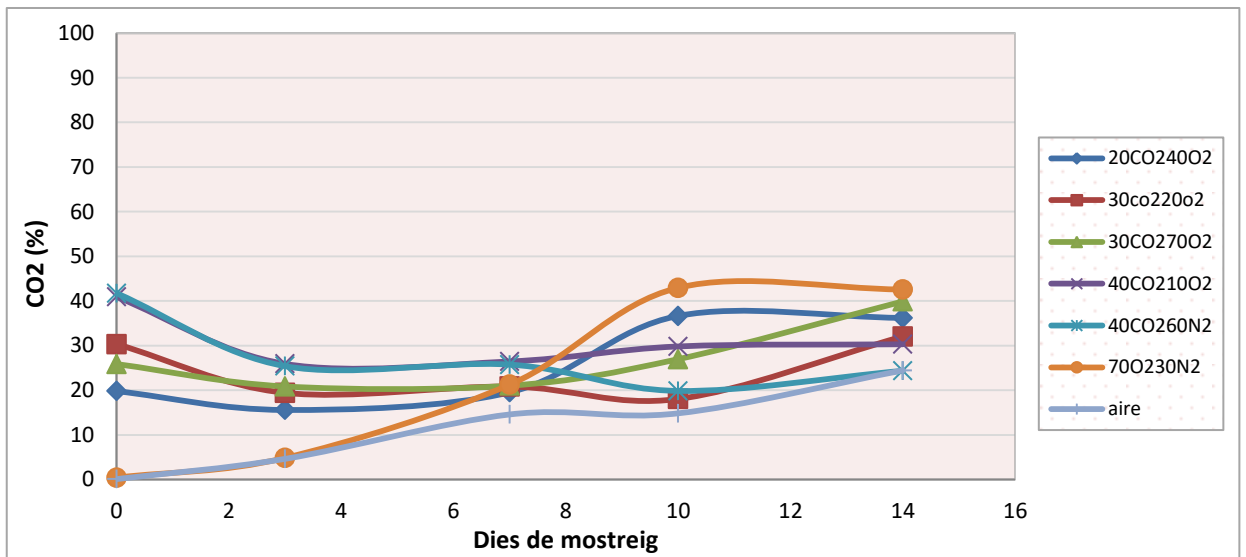
En els tractaments (d'aire i 70O₂ 30N₂), l'increment continu que s'observa va ser degut a aquest creixement microbià. Aquests microorganismes consumeixen l'O₂ present a l'interior de l'envàs i produeixen CO₂. Tal i com s'observa en les gràfiques de la microbiologia aquests dos tractaments són els que tenen una microbiologia més elevada des de l'inici (Fig. 18), per la falta de CO₂ (inhibidor bacteriostàtic).

L'augment de CO₂ també pot ser degut al desenvolupament de les enterobacteriàcies (anaeròbies facultatives) que durant la fermentació àcid mixta produeixen gas CO₂ i hidrogen.

Hi ha diferències significatives entre l'inici i el final del tractament d'oxigen (p<0,05). La disminució de la concentració d'O₂ que s'observa en el gràfic va ser deguda al creixement de bacteris aerobis i enterobacteriàcies, els quals consumeixen aquest gas pel seu desenvolupament (figura 14a i figures 18a i b).

S'observa que on hi ha un recompte d'aerobis més baix és on l' O₂ no varia, pràcticament, la seva concentració (Figura 14b).

a)



b)

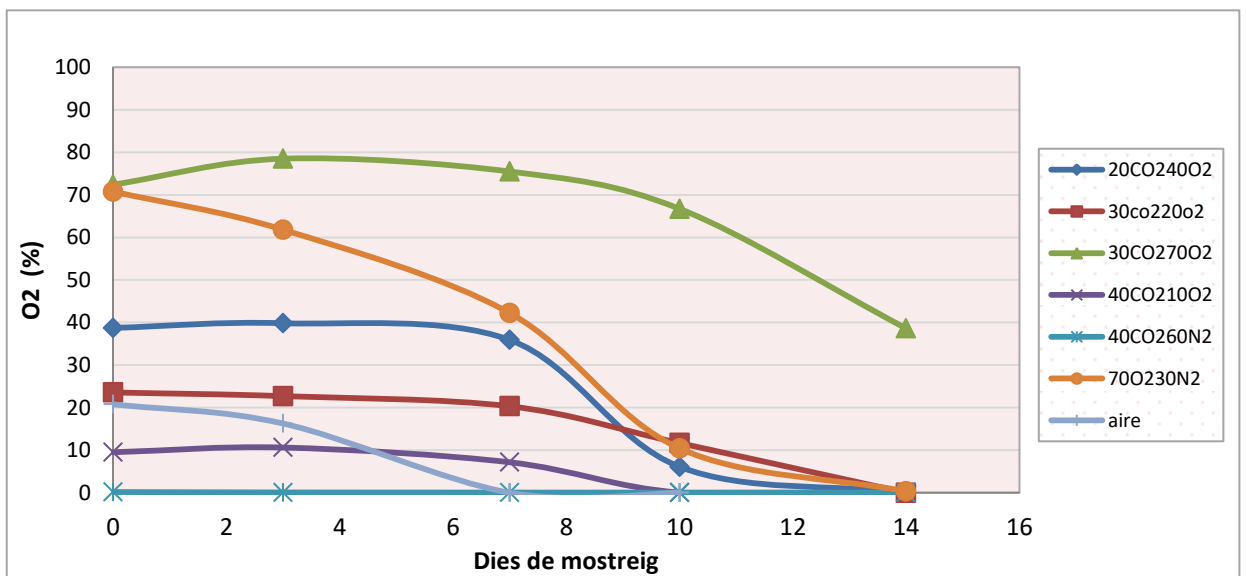


Figura 14: Evolució de la concentració (%) de a) diòxid de carboni b) oxigen en l'espai de cap de l'envàs de mostres - de cuixa de pollastre fresques envasades en atmosfera protectora amb les barreges de gasos: 40%O₂/ 20% CO₂/ 40%N₂ (40 O₂ 20 CO₂), 20 % O₂/ 30% CO₂/ 50 % N₂ (30 CO₂ 20 O₂), 70 % O₂/ 30% CO₂ (30 CO₂ 70 O₂), 10% O₂ / 40% CO₂ / 50% N₂ (40 CO₂ 10 O₂), 40% CO₂ /60% N₂ (40 CO₂ N₂), 70% O₂/ 30 % N₂ (70 O₂ 30 N₂), i aire. Les mostres es van conservar 14 dies a 4°C. Els valors representats corresponen a les mitjanes de tres repeticions ± error estàndard.

L'estudi realitzat per *Al-Nehlawi et al., 2011* obté resultats semblants en la disminució de la concentració de CO₂ i atribueix aquest resultat a la seva solubilitat en l'aigua i a la fase lipídica de la carn. La barreja de gas que fan servir és de (70% CO₂ / 15 % O₂ / 15 % N₂) seria semblant a la de l'estudi present (40 % CO₂ / 10% O₂ / 50%N₂).

En els dos estudis el CO₂ disminueix a l'inici aproximadament un 10 % i després es manté estable fins al final. En el cas del oxigen, augmenta a l'inici i disminueix abans del dia dos dràsticament, en el estudi present el oxigen comença a disminuir a partir del dia 7 i el dia 10 es consumeix per complet.

La disminució de l'oxigen s'atribueix a que la pressió dins dels paquets disminueix com conseqüència de la dissolució de CO₂ a les baquetes en les primeres 24 hores després de l'envasat. La reducció en la quantitat d'O₂ en els següents dies és deu probablement a el resultat de l' activitat microbiana en la carn.

4.2- ANÀLISI DEL pH

En la figura 15 es representen els valors pro mig de pH de tres repeticions de cada tractament dels diferents dies de mostreig, amb el seu corresponent error estàndard.

En el control (tractament aire) no hi ha resultats de pH del dia 14 ja que, la mostra es trobava en un estat avançat de degradació el dia 10.

El pH de les mostres dels diferents tractaments, pràcticament no va variar. L' evolució del pH va presentar tendències molt similars i no es van observar diferències significatives entre el primer dia i l'últim dia de mostreig en cap dels tractaments ($p < 0,05$).

El pH no va variar al llarg de l'estudi en excepció del dia 3 de l'aire que augmenta i torna a valors semblants a l'inici de l'estudi. Això pot ser degut a la variabilitat de les mostres. Tot i que no s'observen diferències, es nota una disminució progressiva on les mostres segueixen un rang de pH de (6,7-6,2). Un clar exemple seria la combinació 70% O₂ / 30% N₂, (figura. 15) que disminueix clarament el pH i produeix CO₂ (figura 14b.). La mitjana de pH del conjunt de tractaments al llarg dels dies és de 6,55.

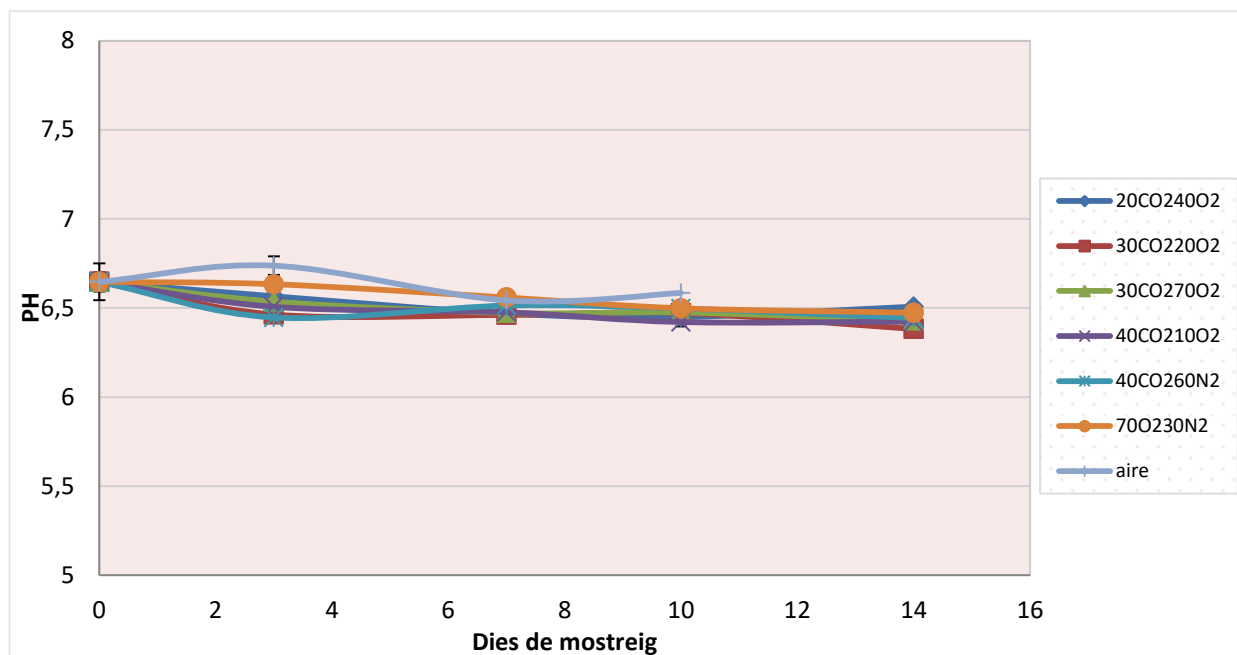


Figura 15 Evolució del pH en l'espai de cap de l'envàs de mostres de cuixa de pollastre fresques envasades en atmosfera protectora amb les barreges de gasos: 40%O₂/ 20% CO₂/ 40%N₂ (40 O₂ 20 CO₂), 20 % O₂/ 30% CO₂/ 50 % N₂ (30 CO₂ 20 O₂), 70 % O₂/ 30% CO₂ (30 CO₂ 70 O₂), 10% O₂ / 40% CO₂ / 50% N₂ (40 CO₂ 10 O₂), 40% CO₂ /60% N₂ (40 CO₂ N₂), 70% O₂/ 30 % N₂ (70 O₂ 30 N₂), i aire. Les mostres es van conservar 14 dies a 4°C. Els valors representats corresponen a les mitjanes de tres repeticions ± error estàndard.

Si ens fixem en estudis semblants al nostre podem veure que el pH és una mica inferior, de mitjana 6 o en alguns estudis és el mateix, 6,5. (Al-Nehlawiet *al.*, (2013), Demirhan *et al.*,(2016)).

La tendència a la disminució del pH pot ser deguda a l'efecte de l'aplicació de fred i la disminució de la capacitat retenció aigua. Quan es produeix el post mortem davant el dèficit d'oxigen comença la glucòlisi anaeròbia, utilitzant ATP i obtenint-àcid làctic. La salmonel·la no pot competir amb els bacteris de l'àcid làctic i s'inhibeix o es veu limitat el seu creixement, (Fernando *et al.* 1995).

L'àcid làctic produeix una disminució del pH, el qual afavoreix la desnaturalització proteica, facilitant la degradació de les proteïnes fonamentalment per proteases: àcides (catepsina B i D) i neutres. La desnaturalització proteica afavoreix l'exsudació, és a dir l'alliberament d'aigua, pèptids i aminoàcids. Les proteïnes desnaturalitzades no són capaces de mantenir l'aigua unida i aquesta exsudació determinarà les propietats de suculència que tindrà la carn. Veure l'apartat 4.5 i Fig.15, (Garcia, I., *et al.*, (2006), Demirha *et al.*, (2016)).

4.3- ANÀLISI DEL COLOR

Per a la determinació del color es van mesurar tres paràmetres: L^* , a^* i b^* , amb el colorímetre, que fan referència a Lluminositat (on 100 és el blanc pur i 0 el negre), la tonalitat de verd-vermell (sent negatiu per al verd i positiu per al vermell) i la de blau-groc (indicant negatiu per al color blau i positiu per al groc), respectivament.

Per la zona de la pell es van representar els paràmetres L^* i b^* i per la de la carn la L^* i la a^* . Amb aquests paràmetres, es va calcular el Matís (o Hue).

A la mostra control, envasada amb aire, es van enregistrar mesures fins el dia de mostreig 10 ja que, la mostra es trobava en un estat de degradació avançat el dia 14. Degut a això, no es van poder obtenir registres de color aquest dia.

4.3.1- Anàlisi del color de la pell

A continuació es mostren les gràfiques dels resultats dels paràmetres L^* i b^* de la pell de les cuixes.

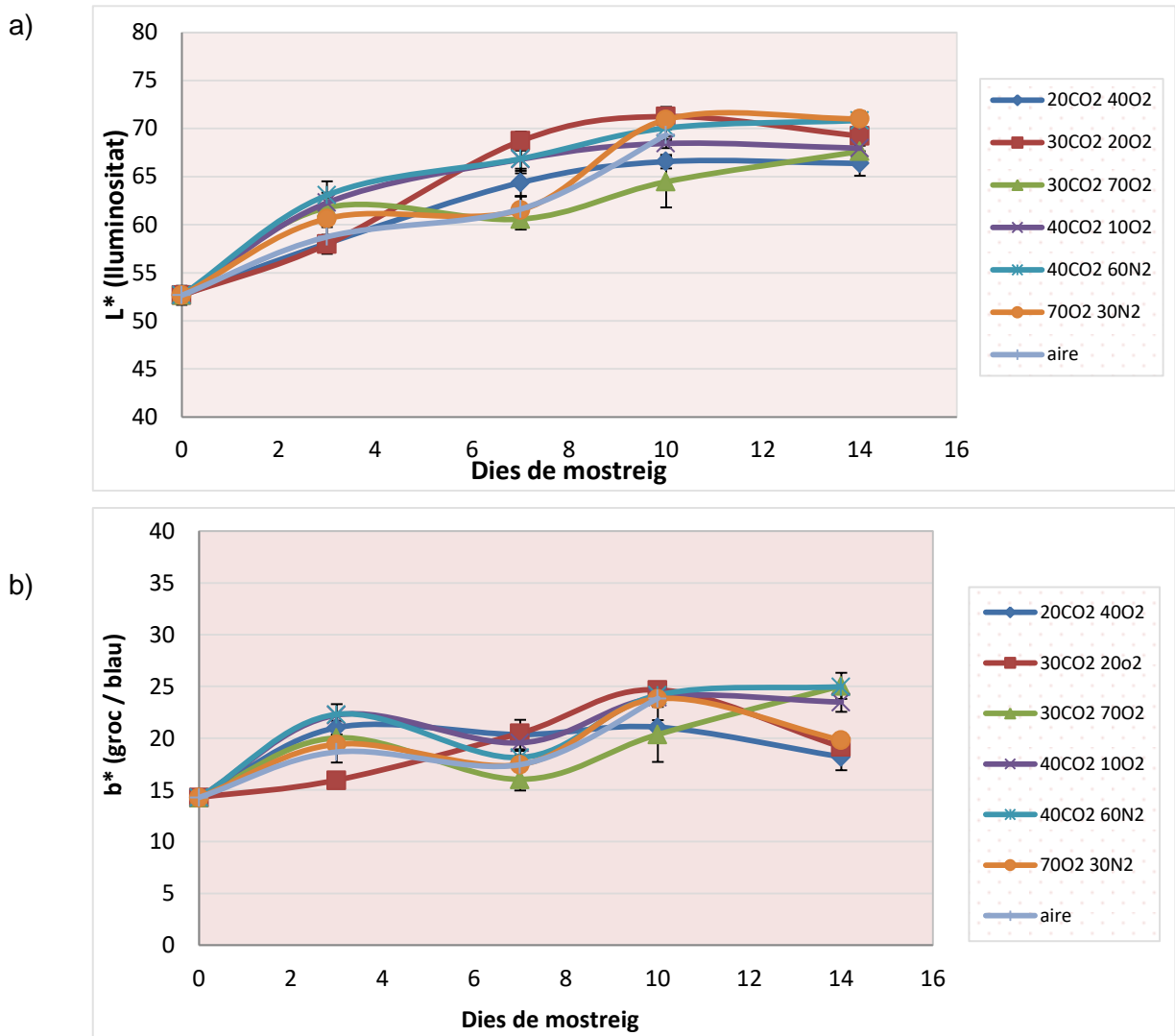


Figura 16: Evolució del color de la pell expressat com: a) Luminositat (L^*), b) Groc / blau (b^*), en l'espai de cap de l'envàs de mostres de cuixa de pollastre fresques envasades en atmosfera protectora amb les barreges de gasos: : 40%O₂/ 20% CO₂/ 40%N₂ (40 O₂ 20 CO₂), 20 % O₂/ 30% CO₂/ 50 % N₂ (30 CO₂ 20 O₂), 70 % O₂/ 30% CO₂ (30 CO₂ 70 O₂), 10% O₂ / 40% CO₂ / 50% N₂ (40 CO₂ 10 O₂), 40% CO₂ /60% N₂ (40 CO₂ N₂), 70% O₂/ 30 % N₂ (70 O₂ 30 N₂), i aire. Les mostres es van conservar 14 dies a 4°C. Els valors representats corresponen a les mitjanes de tres repeticions ± error estàndard.

El paràmetre lluminositat (L^*) presenta diferències significatives ($p < 0,05$) entre el dia 0 i el dia 14 en tots els tractaments.

Aquest augment significatiu entre l'inici i l'últim dia de mostreig ($p < 0,05$), figura 16, indica un lleuger augment de la brillantor de les mostres de la pell de les cuixes de pollastre.

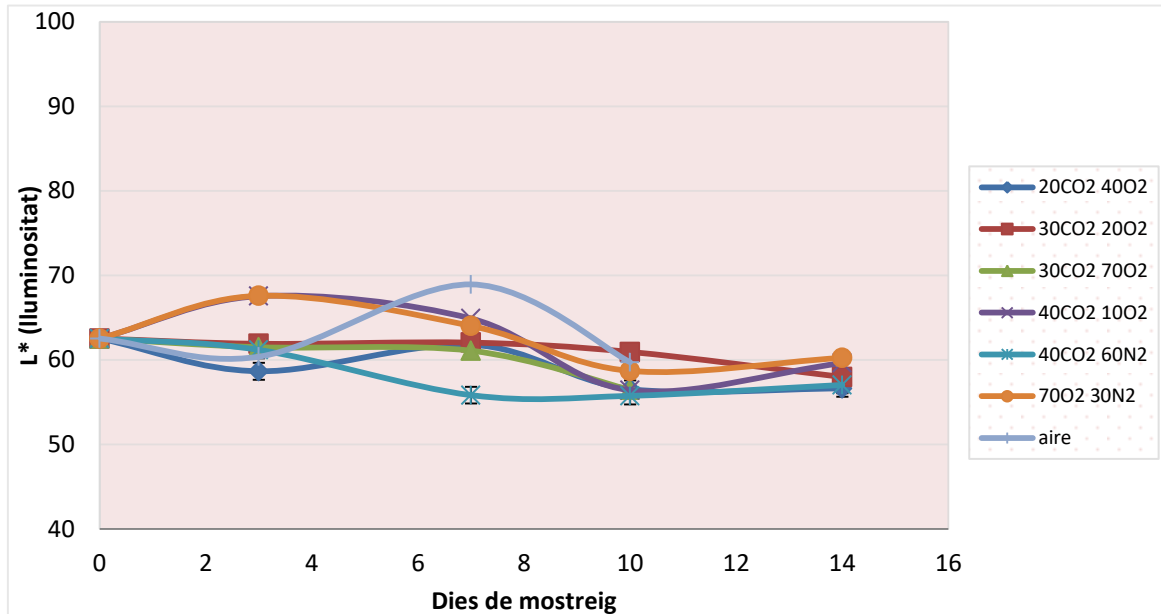
La lluminositat es va mantenir entre els valors 55 i 72 en tots els tractaments (Figura 16). No es van observar diferències significatives entre el control (envasat amb aire) i la resta de tractaments al final de l'estudi ($p < 0,05$). Però les que presenten més lluminositat de la pell són: (30% CO_2 / 20% O_2 , 40% CO_2 / 10 % O_2 i 40 % CO_2 / 60% N_2).

Pel que fa al paràmetre b^* van presentar una pèrdua del color groc significativament superior ($p < 0,05$) al tractament EAM en el dia 10, provocat possiblement, pels efectes de la refrigeració. No obstant això, cal destacar que els tractaments de (30 % CO_2 / 20% O_2 , 30% CO_2 / 70% O_2 , 40% CO_2 / 10% O_2), són els que mantenen la forma més estable del color groc i presenten millor aspecte (figura 16b). No es van observar diferències significatives entre el control (envasat amb aire) i la resta de tractaments al final de l'estudi ($p < 0,05$).

4.3.2- Anàlisi del color de la carn

A continuació es mostren les gràfiques dels resultats dels paràmetres L* i a* de la carn de els cuixes de pollastre.

a)



b)

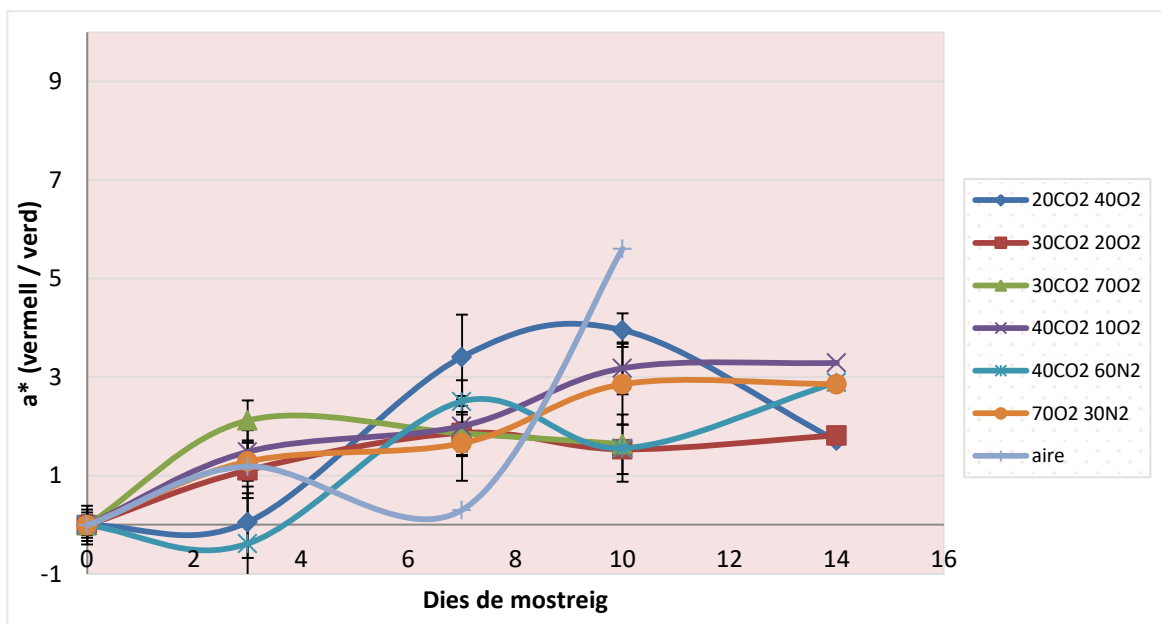


Figura 17: Evolució del color de la carn expressat com: a) Luminositat (L*), b) vermell-verd (a*), en l'espai de cap de l'envàs de mostres de cuixa de pollastre fresques envasades en atmosfera protectora amb les barreges de gasos: : 40%O2/ 20% CO2/ 40%N2 (40 O2 20 CO2), 20 % O2/ 30% CO2/ 50 % N2 (30 CO2 20 O2), 70 % O2/ 30% CO2 (30 CO2 70 O2), 10% O2 / 40% CO2 / 50% N2 (40 CO2 10 O2), 40% CO2 /60% N2 (40 CO2 N2), 70% O2/ 30 % N2 (70 O2 30 N2), i aire. Les mostres es van conservar 14 dies a 4°C. Els valors representats corresponen a les mitjanes de tres repeticions \pm error estàndard.

En lluminositat de la carn (L^*), no es van observar diferències significatives entre l'inici i el final de l'estudi ($p < 0,05$), és a dir, aquest paràmetre no es va veure alterat pels tractaments portats a terme. Les petites variacions observades al llarg de l'estudi en alguns tractaments, s'atribueixen a la variabilitat de les mostres i la pèrdua de brillantor s'atribueix al desenvolupament de microorganismes i el temps de emmagatzematge.

En treballs semblants sobre pit de pollastre s'observa que després de sis hores del sacrifici la lluminositat de la carn està al voltant de 57,48 i el present estudi és superior, al voltant de 60. La a^* és troba en valor mig de 0,4 i en el present estudi una mica inferior 0,2, (Soler et al, 2011).

En la majoria de tractaments no es van observar variacions de la a^* , entre l'inici i el final de l'estudi, excepte en els tractaments, (aire, $40CO_2$ $10O_2$ i $70O_2$ $30N_2$), on s'observa un increment significatiu ($p < 0,05$) d'aquest paràmetre. Això indica una tendència a un color vermell més intens.

En l'estudi de Quiao et al., 2001 es va observar que després de 24 hores de emmagatzematge en refrigeració els pits de pollastre amb els valors més alts de pH (6,23) eren les més fosques, les de menor pH (5,82) eren les més clares/pàl·lides i les considerades normals tenien un pH intermedi (5,96). En el present estudi també es compleix, és a dir, les mostres amb un pH inferior corresponen a les que tenen un nivell de lluminositat (L^*) més elevat.

Aquests autors també van determinar el rang de pal·lidesa i fosc per a pits de pollastre. Van definir pàl·lid quan ($L^* > 53$), normal ($48 < L^* < 53$) i fosca ($L^* < 46$). El promig de lluminositat de la carn en l'estudi present el dia 0 està en valors de 61, és a dir, una carn més pàl·lida de lo normal. Tot i que cal destacar que aquest estudi s'ha realitzat amb pits de pollastre, aquesta carn és més clara/pàl·lida que la de la cuixa de pollastre, per tant, no són uns resultats exactes.

4.4. ANÀLISI MICROBIOLÒGICA

L'anàlisi de pseudomones i enterobacteriàcies es va dur a terme els dies de mostreig (0 i 7). Posteriorment, es va decidir no fer més anàlisi perquè es va observar un increment significatiu de la població de microorganismes a dia 7 que superava els límits recomenats de 10^6 ufc/g, (fig. 18b).⁵

Les Enterobacteriàcies i pseudomones no estan legislades per aquest producte, però es va partir d'una població molt elevada inicialment, d'aproximadament (10^2 ufc/g i 10^4 ufc/g) respectivament. L'evolució d'aquest grup de microorganismes es troba representada en la figura 18 b i c.

Tot i que érem conscients de que la microbiologia era molt elevada ja des de el primer dia es va continuar amb l'estudi. Les possibles hipòtesis de la contaminació inicial van ser:

- Possible contaminació en el procés de manipulació de les cuixes de pollastre
- El transport es un dels punts crítics que es podria haver produït alguna irregularitat.

Creiem que la hipòtesis més probable és que durant el transport del pollastre s'hagi produït alguna irregularitat ja que nosaltres vam seguir el protocol de manipulació d'aliments i portàvem la indumentària correcta.

A la figura 18 a, b i c es mostren els resultats obtinguts de microorganismes Aerobis, Enterobactèries i Pseudomones, respectivament:

⁵ RECOPIACIÓN NORMAS MICROBIOLÓGICAS DE LOS ALIMENTOS Y ASIMILADOS (superficies, aguas diferentes de consumo, aire, subproductos) OTROS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE INTERÉS SANITARIO Actualizada a 1 ENERO de 2017.

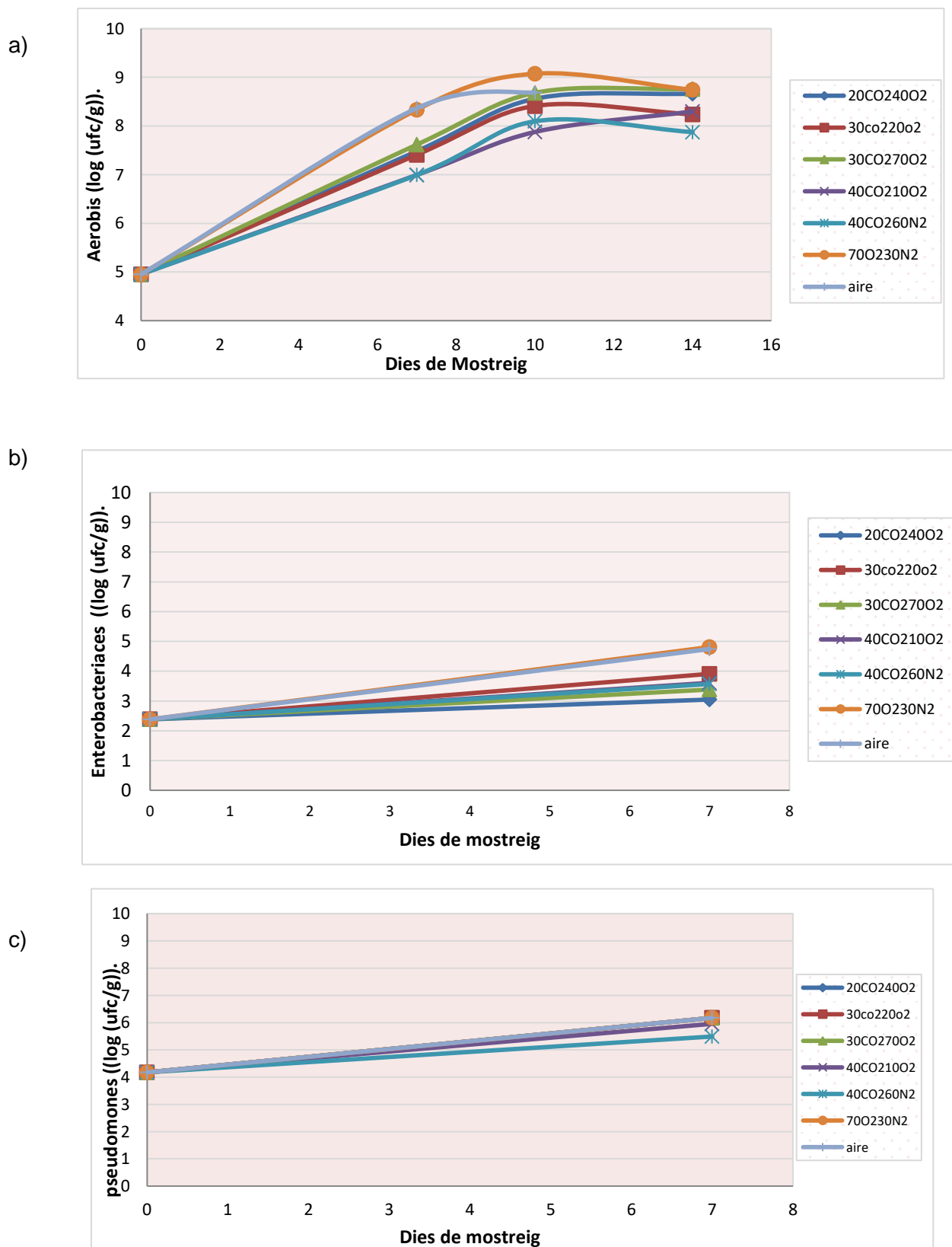


Figura 18: Evolució de la població de a) aerobis mesòfils, b) enterobacteriàcies i c) pseudomones en l'espai de cap de l'envàs de mostres de cuixa de pollastre fresques envasades en atmosfera protectora amb les barreges de gasos: 40%O₂/ 20% CO₂/ 40%N₂ (40 O₂ 20 CO₂), 20 % O₂/ 30% CO₂/ 50 % N₂ (30 CO₂ 20 O₂), 70 % O₂/ 30% CO₂ (30 CO₂ 70 O₂), 10% O₂ / 40% CO₂ / 50% N₂ (40 CO₂ 10 O₂), 40% CO₂ /60% N₂ (40 CO₂ N₂), 70% O₂/ 30 % N₂ (70 O₂ 30 N₂), i aire. Les mostres es van conservar 14 dies a 4°C. Enterobacteriàcies i pseudomones estudi microbiològic dies (0 i 7) i aerobis (0,7,10 i 14). Els valors representats corresponen a les mitjanes de tres repeticions ± error estàndard.

Pel que fa als aerobis, des de l'inici de l'estudi s'observa un increment significatiu de la població d'aquests microorganismes en tots els tractaments ($p < 0,05$). El dia 7 de l'estudi es va observar una població superior al límit recomanat de (10^6 ufc/g) en totes les barreges de gasos (Fig. 18a).

En el dia 10 no es van observar diferències significatives entre tractaments excepte entre el tractament (70% O_2 / 30% N_2) amb (40% CO_2 /60% N_2 i 40% CO_2 /10% O_2). En els tractaments (d'aire i 70% O_2 /30% N_2) es va observar el recompte de microorganismes més elevat d'aquest dia d'anàlisi. Els que menys microorganismes aerobis van presentar van ser (40% CO_2 /60% N_2 i 40% CO_2 /10% O_2).

En el dia 14 no es van observar diferències entre tractaments excepte (40% CO_2 /60% N_2) i els tractaments que van donar els recomptes més elevats, és a dir: (30% CO_2 / 70% O_2 , 70% O_2 /30% N_2 i 20% CO_2 /40% O_2). En canvi els que menys concentració de microorganismes aerobis tenien aquell dia van ser (40% CO_2 /60% N_2 i 30% CO_2 20 % O_2), (Fig.18a).

Respecte les enterobacteriàcies en cap dels tractaments hi ha un increment significatiu dels microorganismes, excepte en els tractaments: (aire i 70% CO_2 / 30% N_2) on sí que augmenta la població 2 unitats logarítmiques respecte el dia inicial.

Hi ha diferències significatives ($p < 0,05$) en el dia 7 entre els tractaments (20% CO_2 /40% O_2 i 70% CO_2 / 30% N_2).

En estudis de *Rossaint et al., 2015* van fer servir també el tractament de (70 % O_2 / 30% CO_2). El recompte inicial d'enterobacteriàcies va ser de (1.5 ufc/g) i al dia set de menys de (2.7 ufc/g). En el estudi present és superior degut a la forta contaminació inicial. Parteix de (2 ufc/g) i finalitza al dia 7 amb (3,2 ufc/g). Com podem observar els dos varien molt poc. Per tant, si no existís aquesta contaminació podríem dir també que partim d'aquests nivells de unitats logarítmiques.

Tal i com s'afirma a l'estudi realitzat per la *universitat de veterinària i ciències farmacèutiques Bruno de República Checa (2009-2010)*, encara que les enterobacteriàcies es trobin en baixes concentracions sobreviuen en refrigeració a 3°C en atmosfera modificada.

Pel que fa a la població de pseudomonas es va observar un increment significatiu en tots els tractaments des de l'inici fins a dia 7 ($p < 0,05$). S'observa un augment de dos

unitats logarítmiques en els tractaments del dia 0 i 7. El dia 7 no es van observar diferències entre tractaments a excepció del tractament (40%CO₂/ 60%N₂) en el qual es van determinar el valor més baix (10⁵ ufc/g). Aquest resultat pot atribuir-se, probablement a que degut que les *Pseudomonas* són bacteris aeròbics estrictes, és a dir, requereixen d'oxigen per el creixement en aquesta barreja de gasos no hi presència d'O₂ (condicions anaeròbiques) i no han pogut desenvolupar-se de manera òptima. Com no té oxigen els microorganismes aerobis no es desenvolupen gaire; també passa amb els que només tenen un 10-20% de O₂. Tot i això, entre aquests i els altres tractaments no hi ha diferències significatives, (fig.18c).

Les *pseudomonas* acostumen a alterar l'aliment augmentat el pH a mesura que es van desenvolupant. Com podem observar al gràfic, els que més concentració de *pseudomonas* tenen augmenten el pH a partir del dia 7, figura 15. És el cas de (30% CO₂/70% O₂, 30% CO₂/20% O₂ i l'aire).

Si tenim en compte els estudis de *Rossaint et al., 2015*, utilitzen també (70% O₂/ 30% CO₂), la concentració inicial de cuixes de pollastre *pseudomonas* és de (2,5 ufc/g) i en el dia set d'entre (3,5 ufc/g), augmentant una unitat logarítmica. En el present estudi parteix de (4 ufc/g) i el dia 7 assoleix (6 ufc/g) augmentant 2 unitats logarítmiques.

A l'article de *Meredith et al., 2011* s'afirma que el creixement de Enterobacteriàcia, *Pseudomonas* i bacteris làctics pot ser inhibit pel CO₂ amb concentracions d'entre (40%-90%). En canvi l'envasament amb altes concentracions d'oxigen (superiors a 30%) inhibeixen alguns microorganismes com el *Campylobacter spp.* És un bacil gram negatiu que pot generar gastroenteritis, que requereix baixa i estricta concentració d'oxigen per al seu desenvolupament i pot afavorir el creixement d'altres microorganismes.

En l'estudi de *Hulánková et al., 2009* fan servir dos envasatges diferents, un amb alta concentració d'oxigen (80% O₂/ 20% CO₂) i un sense oxigen (30 %CO₂/ 70% N₂) per comparar el creixement de diferents concentracions de *Salmonel·la* en cuixes de pollastre. Els resultats d'aquest estudi no mostren diferències significatives en la disminució de *Salmonel·la* durant el temps de mostreig (14 dies). En el present estudi també s'ha treballat amb enterobacteriàcies (grup que inclou la *Salmonel·la*), on tampoc es van observar diferències significatives en la disminució d'aquests microorganismes entre dos envasatges diferents, un amb alta concentració d'oxigen (70% O₂/ 30% CO₂) i un sense oxigen (40% CO₂ /60% N₂).

Cal destacar que la pell de la cuixa de pollastre es una de les parts de l'animal amb una possible contaminació microbiana important (*Campylobacter*, *Salmonella* o *Listeria monocytogenes*). Per aquest motiu les cuixes de pollastre del estudi present s'ha trobat més nivell de contaminació que en l'estudi realitzat paral·lel de pits de pollastre sense pell. Presenten un nivell de Pseudomonas, Enterobacteriàcia i Aerobis a l'inici de l'estudi (10^3 , 10^2 i 10^3 ufc/g, respectivament), mentre que en l'estudi present és de (10^4 , 10^2 i 10^5 ufc/g, respectivament).

4.5- PRODUCCIÓ D'EXSUDAT

La producció d'exsudat es va analitzar tots els dies de mostreig però, només està representada els dos últims dies per veure quina va ser la producció d'exsudat al final de l'estudi (la total). Representant el dia 10 perquè el dia 14 és va descartar les de l'aire.

Es van comparar els tractaments en el dia 10 i 14 i no es van observar diferències significatives entre aquests ($p < 0,05$). Així, a l'inici de l'estudi (dia 1), l'exsudat va ser significativament inferior respecte els últims dos dies de mostreig (Fig. 19).

El percentatge d'exsudat és inferior al 2% a dia 10 en tots els tractaments i inferior al 2,5% a dia 14).

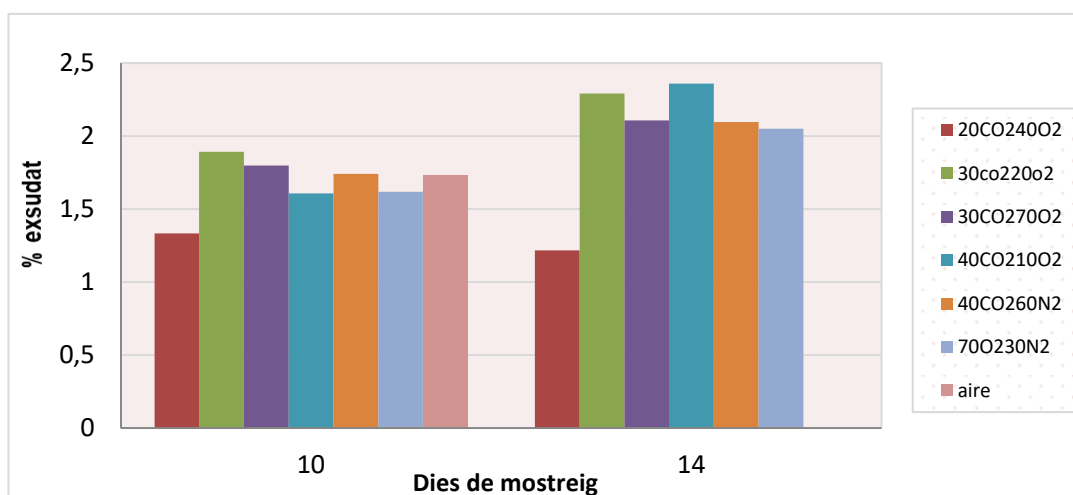


Figura 19: Producció d'exsudat en l'espai de cap de l'envàs en (%) de mostres de cuixa de pollastre fresques envasades en atmosfera protectora amb les barreges de gasos: 40%O₂/ 20% CO₂/ 40%N₂ (40 O₂ 20 CO₂), 20 % O₂/ 30% CO₂/ 50 % N₂ (30 CO₂ 20 O₂), 70 % O₂/ 30% CO₂ (30 CO₂ 70 O₂), 10% O₂ / 40% CO₂ / 50% N₂ (40 CO₂ 10 O₂), 40% CO₂ /60% N₂ (40 CO₂ N₂), 70% O₂/ 30 % N₂ (70 O₂ 30 N₂), i aire. Les mostres es van conservar 14 dies a 4°C. Els valors representats corresponen a les mitjanes de tres repeticions ± error estàndard.

4.6- PÈRDUA DE PES

La pèrdua de pes es va analitzar tots els dies de mostreig però, només està representada els dos últims dies per veure quina va ser la pèrdua de pes al final de l'estudi. Representant el dia 10 perquè el dia 14 és va descartar les de l'aire.

Aquesta pèrdua (fig.20) va ser inferior al 2% el dia 10 en tots els tractaments i al voltant del 2% el dia 14 en tots els tractaments. 2,5% en tots els tractaments sense observar-se diferències significatives entre ells.

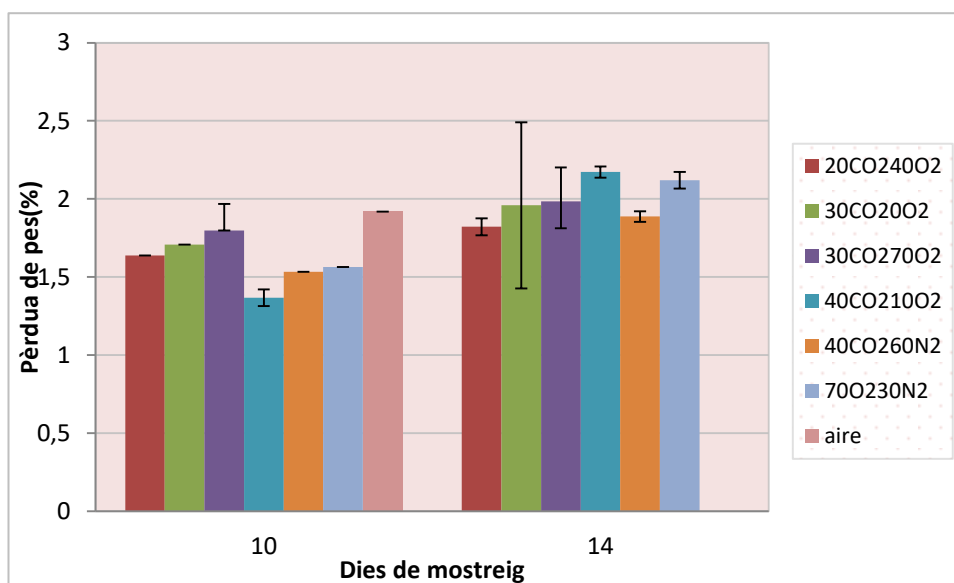


Figura 20: perduda de pes (%) generada en els dies de mostreig 10 i 14 en l'espai de cap de l'envàs de mostres de cuixa de pollastre fresques envasades en atmosfera protectora amb les barreges de gasos: 40%O₂/ 20% CO₂/ 40%N₂ (40 O₂ 20 CO₂), 20 % O₂/ 30% CO₂/ 50 % N₂ (30 CO₂ 20 O₂), 70 % O₂/ 30% CO₂ (30 CO₂ 70 O₂), 10% O₂ / 40% CO₂ / 50% N₂ (40 CO₂ 10 O₂), 40% CO₂ /60% N₂ (40 CO₂ N₂), 70% O₂/ 30 % N₂ (70 O₂ 30 N₂), i aire. Les mostres es van conservar 14 dies a 4°C. Els valors representats corresponen a les mitjanes de tres repeticions ± error estàndard.

4.7- COL-LAPSE

S'ha estudiat el col·lapse que es genera negativament en algunes barquetes de cuixa de pollastre durant el seu estudi en EAM.

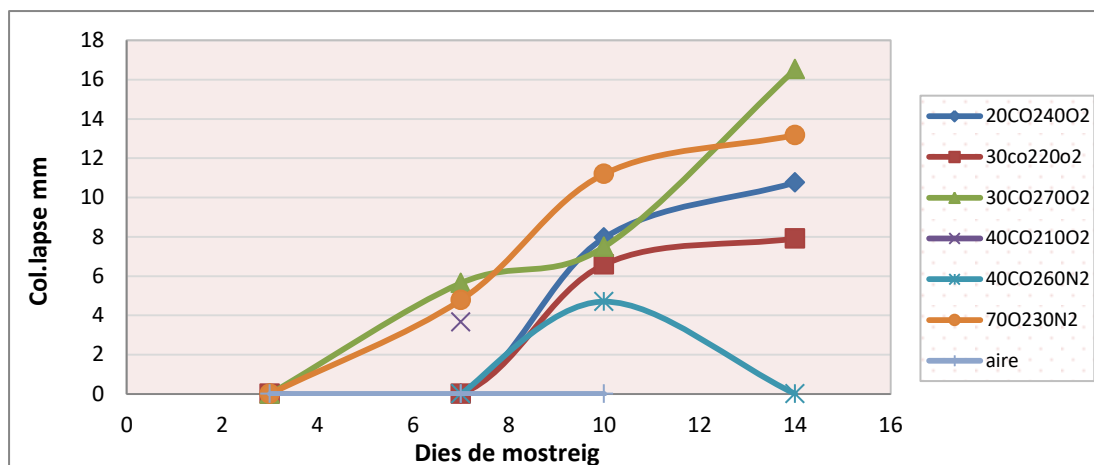


Figura 21: Col·lapse (mm) generat en l'espai de cap de l'envàs de mostres de cuixa de pollastre fresques envasades en atmosfera protectora amb les barreges de gasos: 40%O₂/ 20% CO₂/ 40%N₂ (40 O₂ 20 CO₂), 20 % O₂/ 30% CO₂/ 50 % N₂ (30 CO₂ 20 O₂), 70 % O₂/ 30% CO₂ (30 CO₂ 70 O₂), 10% O₂ / 40% CO₂ / 50% N₂ (40 CO₂ 10 O₂), 40% CO₂ /60% N₂ (40 CO₂ N₂), 70% O₂/ 30 % N₂ (70 O₂ 30 N₂), i aire. Les mostres es van conservar 14 dies a 4°C. Els valors representats corresponen a les mitjanes de tres repeticions ± error estàndard.

La diferència de pressió parcial entre el gas interior i l'atmosfera exterior pot donar lloc al col·lapse de l'envàs. Aquesta diferència pot estar provocada, en el cas de les barreges de gasos que tenen CO₂, per la dissolució d'aquest gas en la fase aquosa i lipídica del producte (*Rotabakk et al., 2006*).

Al principi de l'estudi algunes barquetes acabades d'envasar estaven inflades. Cap al final de l'estudi es produïa una deformació còncava del film i algunes fins i tot arribaven a tocar el producte (figura, 13). Per mesurar aquest col·lapse, es va utilitzar un peu de rei digital PCE-DCP 300E amb precisió de ± 0,01 mm (Fig. 12).

Això va passar més accentuadament en els tractaments: (70 O₂ 30 N₂/ 30 CO₂ 70 O₂/ 40 CO₂ 10 O₂/ 30 CO₂/ 20 O₂ i 40 CO₂ 60 N₂). En aquest últim només es produeix al final de l'estudi a partir del dia 10 ja que el nitrogen s'utilitza com a farcit en l'envàs per evitar el seu col·lapse en els productes que absorbeixen diòxid de carboni.

L'estudi de *McMillin, K., 2008* va determinar que si el CO_2 és superior al 40 % provoca col·lapse de l'envàs degut a l'absorció del diòxid de carboni per el teixit de la carn. En l'estudi present s'ha demostrat que amb poca concentració de CO_2 (a partir del 20%) ja és genera col·lapse. En el cas del tractament (30 % CO_2 / 70% O_2 i 20% CO_2 /40% O_2) amb més col·lapse el dia 14 pot ser degut a la falta de nitrogen que evita aquest factor.

4.8- AVALUACIÓ DE LA QUALITAT ORGANOLÈPTICA

L'avaluació de la qualitat organolèptica es va realitzar de manera subjectiva i es van analitzar els següents paràmetres: aspecte general del producte, aroma, color i textura. Aquest apartat conté les imatges més rellevant que fan descartar o determinar quines safates tenen millor aspecte visual. Com els resultats dels set primers dies són semblants es mostrar les cuixes de pollastre del dia deu.

En la següent imatge s'aprecia quin és l'aspecte inicial de les cuixes de pollastre que arriben al laboratori (dia 0).



Figura 22: Aspecte de les cuixes de pollastre sense envasar, dia 0 de l'estudi.

En la següent imatge s'aprecia quines safates tenen més bon aspecte i quines no en el dia 10 de l'estudi. La que ens dona més bon resultat passat deu dies de mostreig són: (30 %CO₂ /70% O₂), (Primera fila, esquerra) ,(40% CO₂/ 10% O₂) (segona fila, al mig) i (30 %CO₂ /20 % O₂)(segona fila, esquerra).



Figura 23: Anàlisi visual dia 10.

En la següent taula 6 s'observa l'anàlisi organolèptica realitzada al llarg dels 14 dies de mostreig:

Taula 6. Característiques organolèptiques.

Dia	tractament	color	aroma	textura	Aspecte general	Nota 0-5
0	AIRE	Pell:groga Carn:iluminosa	Bona olor	bona	Bon aspecte	5
	70O ₂ 30N ₂	Pell:groga Carn:iluminosa	Bona olor	bona	Bon aspecte	5
	30CO ₂ 70 O ₂	Pell:groga Carn:iluminosa	Bona olor	bona	Bon aspecte	5
	40CO ₂ 60 N ₂	Pell:groga Carn:iluminosa	Bona olor	bona	Bon aspecte	5
	40CO ₂ 10 O ₂	Pell:groga Carn:iluminosa	Bona olor	bona	Bon aspecte	5
	30CO ₂ 20 O ₂	Pell:groga Carn:iluminosa	Bona olor	bona	Bon aspecte	5
	20CO ₂ 40 O ₂	Pell:groga Carn:iluminosa	Bona olor	bona	Bon aspecte	5

Dia	tractament	color	aroma	textura	Aspecte general	Nota 0-5
3	AIRE	Pell:groga Carn:iluminosa	Bona olor	bona	Bon aspecte	5
	70O ₂ 30N ₂	Pell:groga Carn:iluminosa	Bona olor	bona	Bon aspecte	5
	30CO ₂ 70 O ₂	Pell:groga Carn:iluminosa	Bona olor	bona	Bon aspecte	5
	40CO ₂ 60 N ₂	Pell:groga Carn:iluminosa	Bona olor	bona	Bon aspecte	5
	40CO ₂ 10 O ₂	Pell:groga Carn:iluminosa	Bona olor	bona	Bon aspecte	5
	30CO ₂ 20 O ₂	Pell:groga Carn:iluminosa	Bona olor	bona	Bon aspecte	5
	20CO ₂ 40 O ₂	Pell:groga Carn:iluminosa	Bona olor	bona	Bon aspecte	5

Dia	tractament	color	aroma	textura	Aspecte general	Nota 0-5
7	AIRE	Os marro pell: fosca carn: blanquinosa	Mala olor	Normal	Bon aspecte	2
	70O ₂ 30N ₂	Os blanquínos	Mala olor	normal	Bon aspecte	3
	30CO ₂ 70 O ₂	Pell: blanquinosa Os marróns	Bona olor	Arrugues, tou	Bon aspecte	4
	40CO ₂ 60 N ₂	Pell: groguenca Os marróns	normal	No tan tou, no gaires arrugues	Bon aspecte	3
	40CO ₂ 10 O ₂	Carn: presenta pal·lidesa	Nona olor	normal	Bon aspecte	4

30CO ₂ 20 O ₂	Pell: groc pàl·lid Os tou i marronós	Bona olor	normal	Bon aspecte	4
20CO ₂ 40 O ₂	normal	Bona olor	Grànuls petits a la carn	Bon aspecte	4

Dia	tractament	color	aroma	textura	Aspecte general	Nota 0-5
10	AIRE	Taca blanquinosa	desagradable	normal	No té Bon aspecte	0
	30CO ₂ 70 O ₂	Bon color pell,carn té un to més vermellós	Bona olor	normal	Bon aspecte	4
	30CO ₂ 70 O ₂	Palid,granuls blancs,os trencat, pell fosca	desagradable	Grànuls, puntets	Mal aspecte	0
	40CO ₂ 60 N ₂	Palid,granuls blancs,os trencat, pell fosca	desagradable	Grànuls, puntets	Mal aspecte	0
	40CO ₂ 10 O ₂	Pota blanquinosa ,cuixa groguenca amb un to de fosc	Bona olor	normal	Bon aspecte	3
	30CO ₂ 20 O ₂	Os marronós	bona	grànuls	Bon aspecte	3
	20CO ₂ 40 O ₂	Enfosquiment carn, alguna part molt pàl·lida	Mala olor	llefiscosa	Mal aspecte	1

Dia	tractament	color	aroma	textura	Aspecte general	Nota 0-5
14	AIRE	Color verdós, pèrdua color pell, blancor	desagradable	Llefiscosa, dolenta	mal aspecte	0
	70O ₂ 30N ₂	Os marronós	desagradable	Grànuls, dolenta	Aspecte dolent	0
	30CO ₂ 70 O ₂	Fosc de la pota i verdosa	desagradable	dolenta	Aspecte dolent	0
	40CO ₂ 60 N ₂	normal	Mala olor	Grànuls blancs petits	Aspecte normal	1
	40CO ₂ 10 O ₂	Os bon color	Olor a bé	Piquets blancs	Mal aspecte	2,5

30CO₂ 20 O₂	Pell blanquinosa	Mala olor	Grànuls blancs a la pell	Bon aspecte	3
20CO₂ 40 O₂	Grànuls a la pell blancs	desagradable	grànuls		0

A partir d'aquí es va observar que la safata d'aire en el dia deu feia una olor molt desagradable i en el dia catorze es va decidir fer només l'anàlisi visual. Podríem dir que valorant l'evolució de les diferents combinacions de gasos en les diferents safates van tenir més bons resultats organolèptics: (40 %CO₂/ 10 N₂, 30%CO₂/ 20%O₂, 30% CO₂ 70% O₂ i 20%CO₂ 40%O₂).

5. CONCLUSIONS

- Les cuixes de pollastre fresques envasades amb les atmosferes modificades, 40%O₂/ 20% CO₂/ 40%N₂ (40 O₂ 20 CO₂), 20 % O₂/ 30% CO₂/ 50 % N₂ (30 CO₂ 20 O₂), 70 % O₂/ 30% CO₂ (30 CO₂ 70 O₂), 10% O₂ / 40% CO₂ / 50% N₂ (40 CO₂ 10 O₂), 40% CO₂ /60% N₂ (40 CO₂ N₂), 70% O₂/ 30 % N₂ (70 O₂ 30 N₂), i aire, mantingudes a 4°C no presenten diferències significatives entre el primer i l'últim dia de l'assaig, des del punt de vista fisicoquímic, a excepció dels paràmetres de color.
- La qualitat organolèptica de les cuixes de pollastre fresques envasades en atmosfera protectora mantingudes a 4°C amb la barreja de gasos (30% CO₂ / 20% O₂) és de 14 dies. Aquest temps es redueix a 10 dies quan les mostres s'envasen amb (70% O₂ /30 %CO₂ i 40 %CO₂/10% O₂), i a 7 dies quan són envasades amb les barreges, (20 CO₂/40 O₂ i 40CO₂/60N₂).
- Les mostres de gasos envasades amb els tractaments: (30% CO₂/ 20%O₂, 30%CO₂/ 70% O₂ i 40% CO₂ /60% N₂), són les que el creixement microbià és significativament menor, respecte les mostres envasades amb els altres tractaments. És a dir, aquests han retardat/inhibit el procés de creixement microbià.
- De les dues atmosferes protectores amb elevada concentració d'oxigen estudiades, mostra millors resultats, des del punt de vista fisicoquímic, organolèptic i microbiològic el tractament que conté CO₂ (70 %O₂/ 30% CO₂), que la que conté N₂ (70O₂/ 30N₂).
- De les barreges estudiades, amb la que s'han obtingut els millors resultats per a la conservació de cuixes de pollastre fresques envasades en atmosfera protectora i conservades a 4°C, tenint en compte les característiques físico-químiques, organolèptiques i microbiològiques, s'obtenen amb la barreja (70% O₂ 30% CO₂).

Agraïments

M'agradaria agrair a l'empresa S. E. De Carburos Metàlics, S. A. per la labor de seguiment del treball realitzada i per haver-nos deixat les seves instal·lacions així com programes d'ordinador per a la realització d'aquest projecte. També la labor de la tutora Mercè Raventós.

6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES I RECURSOS ELECTRÒNICS

Al-Nehlawi, Saldo J, Vega LF, Guri S.(2012). *Effect of high carbon dioxide atmosphere packaging and soluble gas stabilization pre treatment on the shelf-life and quality of chicken drumsticks.*

Boe (Boletín Oficial del Estado). *Reglament (UE) N° 1130/2011 (Reglament (UE) N° 1130/2011, 2005).*

Brody A.(1996). *Envasado de alimentos en atmosferas controladas, modificades y al vacío.* Zaragoza: ACRIBIA. ISBN8420008192.

Calderon, M., Barkai-Golan, R. (1990). *Food preservation by modified atmospheres.* Florida:CRC Press. ISBN 0849365694

Carbuos Metálicos, (2016). *Todo lo que debe saber sobre el Envasado en Atmósfera Protectora (EAP).*

Demirhan, B., Candoğan, K., (2016). *Active packaging of chicken meats with modified atmosphere including oxygen scavengers.* POULTRY SCIENCE, volumen 96,issue 5.

Guia para entender la comunicación del color, (2002). X-Rite.

Hulánková,R., Bořilová, G.,Steinhauserová,I.,(2009). *Influence of Modified Atmosphere Packaging on the Survival of Salmonella Enteritidis PT 8 on the Surface of Chilled Chicken Legs.* Department of Meat Hygiene and Technology, Faculty of Veterinary Hygiene and Ecology, University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Bruno, Czech Republic.

McMillin, K., (2008). *Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat.* MEAT SCIENCE. Volume 80, Issue 1, Pages 43-65.

Mathlouthi, M., (1986). *Food packaging and preservation.* London and New York: ELSEVIER applied science publishers. ISBN 0853344132.

Meredith, V., (2014). *Effect of different modified atmospheric packaging (MAP) gaseous combination on Campylobacter and the shelf life of chilled poultry fillets.*

Soler, S., Otero, M., Safón, E., Soler, P., Garcés, C., (2011). *Caracterización del color y relación con el pH de pechugas de pollo durante el procesado de las canales en*

mataderos. Área de producción animal departamento PASAPTA. Facultad de veterinaria. Universidad CEU.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, (2017). Recollit de MAPAMA: <https://www.mapama.gob.es/es/>.

Mesco, O., Otiniano, D., Mansilla, A., (2012), *oferta y demanda del pollo*. Universidad San Ignacio de Loyola, facultad de ciencias empresariales. Perú.

Normas microbiológicas de los alimentos y asimilados, (2017).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, (2018). Recollit de www.fao.org/home/es.

Patsias, A., Badeka, AV., Savvaidis, IN., Kontominas, MG., (2008) *Combined effect of freeze chilling and MAP on quality parameters of raw chicken fillets*. ELSEVIER. Food Microbiology Volume 25, Issue 4.

Patsias, A., Chouliara, A., Badekal, N., Savvaidis, M.G., Kontominas, (2006). *Shelf-life of a chilled precooked chicken product stored in air and under modified atmospheres: microbiological, chemical, sensory attributes*. ELSEVIER. Food Microbiology. Volume 23, Issue 5, Pages 423-429.

Parry, R., (1995). *Envasado de los alimentos en atmósfera modificada*. Madrid: A. Madrid Vicente. ISBN 8487440762.

Qiao, M., Fletcher, DL., Northcutt, JK., Smith, DP., (2002). *The Relationship Between Raw Broiler Breast Meat Color and Composition*. POULTRY SCIENCE, Volume 81, Issue 3. Pages 422–427.

Rossaint, S., Klausmann, S., & Kreyensmit, J. (2015). *Effect of high-oxygen and oxygen-free modified atmosphere packaging on the spoilage process of poultry breast fillets*.

Rotabakk, T., Birkeland, S., Willy, K., Sivertsvik M, (2006), *Effect of Modified Atmosphere Packaging and Soluble Gas Stabilization on the Shelf Life of Skinless Chicken Breast Fillets*. FOOD SCIENCES. volume 71, Issue 2, Pages S124-S131.

Saucier L, Gendron C, Gariépy C, (2000). *Shelf life of ground poultry meat stored under modified atmosphere*. POULTRY SCIENCE. Volume 79. Issue 12. Pages 1851–1856.

S.G productos ganaderos (2010). *El sector de la carne de aves en cifras principales indicadores económicos en 2011.*

Vongsawasdi, P., Wongwicharn, A., Khunajakr, N., and Dejsuk, N, (2008). *Shelf-life Extension of Precooked Chicken Fillets by Modified Atmosphere Packaging.* NATURAL SCIENCES. Volume 42. Pages 127 - 135.

ANEX

Fotos de les mostres

Dia 0:



Dia 3:



Tractament: aire

Tractament: 70%O₂/30%N₂Tractament: 40%O₂/60%N₂

Dia 7:



Tractament: 40%CO₂/10%O₂

(Pell arrugada)

Tractament: 20%CO₂/40%O₂

(petits grànuls blancs i pal·lidesa de la carn)

Dia 10:



Tractament: 40%CO₂/60%N₂

(os marronós, pal·lidesa carn)



Tractament: 40%CO₂/60%N₂

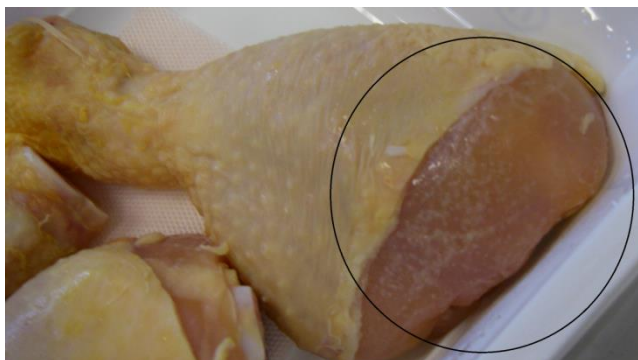
(color verdós, groc intens i mal aspecte)

Dia 14:



Tractament: aire

(color verdós, groc pàl·lid i mal aspecte)



Tractament: 20 %CO₂/40 %O₂

(grànuls blancs)



Tractament: 30 %CO₂/70 %O₂

(Deteriorament color groc de la pell)



Tractament: aire

(pal·lidesa, i pèrdua total del color groc).



Tractament: 30 %CO₂/70 %O₂

(Deteriorament color groc de la pell, molt mal aspecte carn)

