

**ELABORACIÓ D'UN
COMPLEX BIOINDICADOR
COLORIMÈTRIC PER EVITAR
EL MALBARATAMENT
D'ALIMENTS A LES NOSTRES
LLARS**

Georgina Molero Murà

Mariona Porta Argelaga

Seminari de Ciències naturals

ÍNDEX

	PÀGINA
1.-Introducció	1
· 1.1. -Delimitació del problema de estudi	1
· 1.2 -Justificació	2
2. -Propòsit i objectius de la investigació	4
3.-Marc teòric	5
· 3.1.-Dates consum preferent i de caducitat	5
3.1.2- Determinació de la data de caducitat	7
· 3.2.-Malalties alimentàries	9
· 3.3.- Legislació alimentària	17
3.3.1.- Criteris de seguretat alimentària	18
3.3.2.-Criteri d'higiene dels processos	19
· 3.4.- Compostos bioindicadors	20
4.-Hipòtesis	25
5.-Metodologia del treball	25
· 5.1.- Anàlisi sensorial	25
5.1.1- Preparació de mostres	27
5.1.2- Preparació del qüestionari	28
5.1.3- Realització de l'anàlisi sensorial	30
· 5.2.-Anàlisi microbiològic	30
5.2.1.-Preparació aigua de peptona	31
5.2.2.-Esterilització del material	32
· 5.3.-Preparació dels medis de cultiu	34
5.3.1.-Medi de cultiu d'Agar cromogènic per coliformes (<i>E.coli</i>)	34
5.3.2.-Medi de cultiu de PlateCount Agar (PCA) per a aerobis mesòfils	36
· 5.4.-Sembra	38
· 5.5.-Incubació i recompte	41
· 5.6.-Creació de les etiquetes bioindicadores	43
5.6.1 Extracció i preparació dels compostos	43
5.6.2-Realització de dissolucions	47
5.6.3.- Muntatge del complex bioindicador	48
6.-Resultats	51

· 6.1.-Estudi de la percepció organolèptica de la població	51
· 6.2.- Resultats anàlisi microbiològic	54
· 6.3- Valoració de la utilitat dels compostos indicadors	71
7.-Conclusions	92
· 7.1-Hipòtesi número 1	92
· 7.2.-Hipòtesis número 2	92
8.-Perspectives de futur	93
9.-Ressenyes bibliogràfiques.	94
10.-Agraïments	100
11.-Annexes	101
· 11.1.-Medis de cultiu 1	101
· 11.2.-Medis de cultiu 2	103

1.-Introducció

1.1. -Delimitació del problema de estudi

És una realitat que la societat ha canviat acceleradament durant les últimes dècades, com també és innegable acceptar que aquesta transformació social queda reflectida directament en canvis de consum i alimentació. Un bon exemple d'això és que fa uns anys, era comú escoltar els nostres avis parlar de la importància del menjar, valorant-lo i cuidant-lo per sobre de la majoria d'elements quotidians. Cuinaven i compraven dia a dia i sobretot recalaven la importància d'aprofitar-los al màxim; la frase "aquí no es llença res" era recurrent als llars dels nostres avis i àvies. Ben bé, semblava que estiguessin fent permanentment una campanya publicitària.

Tanmateix, avui en dia els nostres hàbits han canviat. El consumidor de dècades anteriors es caracteritzava per moure's en un comerç de proximitat buscant sempre aliments de qualitat, els quals sovint s'obtenien del ramader del poble o d'agricultors locals.

Però actualment, els canvis tecnològics en els sectors agrari i alimentari ens permeten produir més del que demanem i ens ofereixen més del que necessitem: ha suposat el tret de sortida al consumisme tal i com el coneixem.

En un món globalitzat s'ha creat un perfil determinat de consumidor el qual ha guanyat accés als aliments i poder adquisitiu i es veu impulsat a comprar en grans quantitats. A conseqüència, les indústries alimentàries interpreten aquest fet generant una sobreproducció remarcable.

Aquesta situació, es situa fonamentalment en el primer món, on aquest excés de producció és transportat a grans supermercats on mai tenen mancances d'aliments ja que els magatzems estan sempre plens. Posteriorment, acaben a les nostres llars on no es disposa d'un temps material suficient per a consumir la gran quantitat d'aliments que adquirim.

El resultat d'aquesta equació ens porta a un desenllaç devastador: el colossal malbaratament d'aliments per part de l'indústria i el consumidor. Pot no semblar ser una qüestió greu a curt termini, però no tenim consciència de quines conseqüències es desenvoluparan al llarg del temps.

Som conscients de la complexitat de la situació i de la impossibilitat d'arribar a l'arrel del problema a causa de la gran quantitat de sectors implicats, però amb

el nostre projecte volem tractar de minimitzar-lo i presentar-hi una possible solució.

1.2 -Justificació

L'alimentació és bàsica per la supervivència de tots els éssers vius d'aquest planeta i l'esser humà no és cap excepció.

Malauradament, no totes les persones tenim el mateix accés a aquest recurs tan bàsic. El primer món és conegut per la seva alta industrialització i la seva suposada qualitat de vida. Diem suposada ja que segons dades de l'Organització Mundial de la Salut (OMS) des del 1975 fins l'any 2015 la prevalença mundial d'obesitat i sobrepès s'ha triplicat. Això es tradueix en que l'any 2015 a nivell mundial hi havia 2.200 milions de persones afectades per excés de pes, xifres que representen un 30% de la població. El contrari passa en regions subdesenvolupades com Àfrica o zones descentralitzades d'Àsia, on el 12.9% de la població presenta desnutrició, estadística que traslladada a xifres, engloba al voltant de 795 milions de persones al món que no tenen prou aliments per portar una vida saludable i activa. Això és gairebé un de cada nou persones a la Terra.

Les sorprenents contradiccions entre les xifres desmesurades d'obesitat relacionades amb les de la fam mundial no deixen de ser alarmants. Sorprenentment, la solució pot arribar a semblar molt senzilla: es tracta d'equilibrar la balança, atès que la lògica ens indica que hi ha prou aliment al món per a que tots els seus habitants puguin viure i alimentar-se adequadament. Desafortunadament, tot i existir una gran polèmica a nivell mundial sobre la falta d'aliments, el malbaratament d'aliments continua existint.

Més d'un terç de la producció total d'aliments, és a dir uns 1.300 milions de tones, és malbaratada anualment. Aquesta xifra d'aliments malbaratats podria abastir a

tota la població que no té accés a aliments durant un any, però no obstant, aquests aliments no arriben mai als individus necessitats. Per contra, es deixen deteriorar provocant així unes altes emissions de CO₂, un gas d'efecte hivernacle molt nociu que afecta a l'escalfament global.

Aquestes dades ens pot portar a la reflexió següent: Quina és la causa d'aquest malbaratament?

La resposta és clara: Per una banda, una mala gestió per part de la indústria alimentària, la qual, per a proporcionar una gran quantitat de productes als seus supermercats, s'acaben presentant en excés i consegüentment no arriben a ser adquirits pels consumidors i són directament eliminats per la pròpia indústria. En definitiva, hi ha una sobreproducció.

Per altra banda, la inexactitud de la data de caducitat. A més de ser determinada a partir d'una mitjana indiferentment del tracte posterior del consumidor, es resten un parell de dies per evitar intoxicacions i enfrontaments legals.

Malauradament, també hi ha una mala gestió en els nostres hàbits de consum. Segons el ministeri d'agricultura, pesca i alimentació espanyol, cada llar (considerant aproximadament 2,7 persones per llar) llença una mitjana de 76kg/any o, altrament dit, 1,3 kg/setmana.

Però, quin és l'origen d'aquest gran malbaratament? En primer lloc, la compra en excés que la majoria de llars realitzen seguint el model de societat consumista. En segon lloc, suposant que la data de caducitat fos un barem estable per a saber l'aptitud pel consum de l'aliment, ens trobem que cada cop s'ofereix als consumidors productes amb més quantitat. Com a conseqüència no es consumeix tot a la vegada i es treu de l'envàs original, perdent de vista la data de caducitat. A més, cal destacar que aquesta no es troba en la totalitat dels productes, per exemple, els que es compren com a producte fresc sense envasar.

Això desemboca en que els consumidors han de fiar-se dels seus propis sentits per poder discernir la qualitat de l'aliment, infravalorant en moltes ocasions, el seu estat microbiològic per por a emmalaltir. Per tant, gran part de l'aliment acaba a la brossa dels habitatges sense saber si la data real de caducitat del producte ha expirat o no.

2. -Propòsit i objectius de la investigació

Quan vam començar a fer recerca sobre el tema ens vam adonar de la problemàtica que el malbaratament d'aliments suposava. Nosaltres no tenim accés als coneixements interns de la indústria alimentària, però com a consumidors tenim part de responsabilitat a les nostres mans.

En un món globalitzat, aquest conflicte agafa dimensions internacionals. Ara bé, no cal anar més lluny que a la nostra pròpia llar. Com ja hem dit, en nombrades ocasions, el criteri del qual els compradors disposen per a determinar la vida útil d'un producte és essencialment la seva percepció organolèptica.

Tanmateix, els sentits ens poden enganyar. És possible que per un aliment en bon estat i dins la data de caducitat, la pròpia percepció et guii a llançar-lo. Si més no, després de reflexionar severament, vam adonar-nos que també formàvem part del problema. No obstant, perquè no podíem formar part de la solució?

Coneixíem la dificultat del repte, però costava no imaginar-se un món en que la gent tingués la percepció adequada sobre la qüestió i consegüentment la problemàtica s'acabés reduint notablement.

Vam decidir fonamentar la nostra investigació en la carn de pollastre a causa de la popularitat del seu consum. Anualment, es consumeixen una mitjana de 13kg per persona al territori espanyol i suposa un 88% de la producció mundial de carn d'aus de corral. És d'aquesta manera, doncs, com vam fixar la nostra fita en trobar una forma més exacta de determinar la caducitat dels aliments que fos accessible a tota la població.

Els nostres objectius són per tant:

1.- Tractar d'esbrinar si la població es capaç de detectar correctament a través de les seves capacitats sensorials l'estat d'aptitud per al consum de la carn de pollastre.

2.- Elaborar un instrument que permeti al consumidor detectar amb major exactitud i amb particularitat la qualitat microbiològica de la carn de pollastre.

3.-Marc teòric

3.1.-Dates consum preferent i de caducitat

Per tal de començar la nostra investigació vam decidir familiaritzar-nos amb els conceptes més bàsics pel que a la seguretat alimentària es refereix: La data de consum preferent i la data de caducitat. La finalitat era tenir clara les seves diferències i comprovar si realment la població seguia aquestes recomanacions. La data de consum preferent indica fins a quina data l'aliment té la qualitat esperada, o dit d'una altra manera, fins a quina data el producte manté intactes totes les seves propietats com el sabor, la olor, el color o la textura. Passada la data, la qualitat del producte disminueix i perd les seves propietats, però ingerir-lo no suposa un risc per a la salut. Això sí, si l'aliment s'ha conservat d'acord amb les instruccions i l'envàs està intacte.

Trobem aquesta data en molts congelats, aliments secs com pasta i arròs, conserves, oli, xocolata, etc. Són aliments que no es fan malbé si es conserven adequadament. Després d'obrir un producte amb data de consum preferent, també haurem de seguir les instruccions marcades a l'etiquetatge on es mostren els dies d'apte consum després de l'obertura.

Ara bé, una enquesta conduïda pel *Food Marketing Institute* al 2011 va trobar que, tot i haver mantingut l'aliment sota les condicions segures indicades, el 37% dels consumidors deien haver descartat el producte cada vegada que l'aliment superava la data de consum preferent, la qual només ens indica la data fins la qual l'aliment conserva les seves propietats i qualitats en un màxim.

Per altra banda, la data de caducitat ens indica fins a quina data l'aliment es pot consumir amb seguretat. Apareix en productes susceptibles a fer-se malbé fàcilment i amb risc microbiològic, com per exemple el peix fresc, la carn picada o els ous. Un cop caducat, no es recomana el consum de l'aliment ja que podria suposar un perill immediat per a la salut del consumidor. A més, cal seguir les pautes indicades a l'etiquetatge, com són exemple: "Mantenir en refrigeració" o "Conservar de 2-4°C". En cas contrari, l'aliment es deteriora més ràpidament i hi pot haver risc d'intoxicació. Es remarca també el seguiment rigorós de les instruccions un cop obert l'envàs d'un aliment amb data de caducitat ("Consumir en X dies després de l'obertura"), i parar atenció per consumir el producte abans no superi la data de caducitat.

Cal remarcar també, que, contràriament a la opinió popular, el sistema de datació no és estrictament dissenyat per ajudar-nos a saber quan l'aliment ha passat la línia de comestible a incomestible, és a dir, no hi ha un dia en que l'aliment estigui en bones condicions i en el següent s'hagi convertit en completament nociu. El sistema de datació es regeix per uns determinats estudis i proves els quals garanteixen la seguretat del consumidor fins la data establerta, encara que està fixada de manera que si el consumidor ingereix l'aliment pocs dies després d'haver superat la data de caducitat, no suposi un problema.

Aleshores, aquesta última no ens informa estrictament de quan el producte ha deixat de ser segur pel consum, i, és doncs, merament orientativa.

Això ens va fer pensar que calia buscar una forma més exacta de discernir si l'aliment estava en bon estat o pel contrari podia suposar un risc per a la salut, ja que aquesta metodologia feia que el consumidor llancés aliments que podien estar en bon estat.

3.1.2- Determinació de la data de caducitat

Arribats a aquest punt vam veure clar que ens havíem de centrar en la data de caducitat de l'aliment, per això decidírem indagar una mica més en quins criteris seguia la indústria alimentària per determinar aquesta data.

Molts factors determinen la vida útil d'un producte alimentari, tant en seguretat com en qualitat. Què ajuda als aliments a tenir una millor conservació? Generalment, baixa humitat, major acidesa, major sucre o contingut de sal. Els productors també poden dur a terme tractaments tèrmics o irradiar l'aliment, utilitzar altres mètodes de processament o afegir conservants com els benzoats per ajudar als productes a mantenir la seva seguretat i allargar la seva frescor.

Però tot i així, està clar que cap aliment perdura eternament. Per això, les companyies necessiten determinar la vida útil i segura dels respectius productes.

Les empreses alimentàries de major envergadura duren a terme en la majoria dels casos, estudis de proves microbianes. Els investigadors afegeixen un microorganisme patògen (un que faci emmalaltir als éssers humans) que estigui relacionat amb aquell producte específic. Per exemple, podrien afegir *Listeria monocytogenes* a un embotit envasat refrigerat. Aquest bacteri causa listeriosi, una infecció seriosa particularment relacionada amb les dones embarassades, gent gran i infants.

Aleshores, els investigadors emmagatzemen l'aliment contaminat en condicions en les que és probable que en un futur es trobi, és a dir, al transport, al magatzem, a la botiga i a casa el consumidor. També tenen en compte la temperatura, si han estat sotmesos a maneigs bruscs, entre d'altres.

Cada microorganisme té una dosi infectiva diferent, una determinada quantitat que faria emmalaltir als consumidors. Després d'un temps d'emmagatzematge, els investigadors analitzen el producte per determinar a quin punt el nivell de microorganismes presents seria massa elevat per a la nostra seguretat.

Basant-se en la vida útil determinada, doncs, en un estudi, l'empresa pot aleshores etiquetar el producte amb la data de caducitat, que garantiria a la gent el consum segur d'aquest fins uns dies després de la data etiquetada. Normalment s'estableix aquesta data uns quants dies abans que el producte

estudiat es faci malbé. No obstant, no hi ha un període estàndard per determinar aquest “període segur”, està constituïda pel criteri del propi productor. Això es deu a que les empreses no poden establir una data exacte ja que depèn de la temperatura i la humitat on l'aliment ha estat emmagatzemat. Per aquest motiu, es disposa l'aliment en diferents condicions i després amb els resultats obtinguts microbiològicament es realitza una mitjana que ens indicarà el número aproximat de dies que l'aliment tarda en fer-se malbé.

Una altra opció per les empreses alimentàries és utilitzar eines de modelat matemàtic les quals han estat desenvolupades basant-se en els resultats de nombrosos estudis previs. La companyia pot introduir informació de l'aliment com per exemple el tipus de producte específic, el nivell d'humitat i/o acidesa i la temperatura estimada d'emmagatzematge dins d'aquest programa. Aleshores, s'obté la llargada estimada en que el producte es mantindrà en condicions segures.

També poden realitzar el que s'anomena un test estàtic. Emmagatzemen el seu producte durant un llarg període sota les condicions que en un futur patirà però aquesta vegada no hi afegeixen cap tipus de microorganisme addicional.

Posteriorment agafen mostres del producte periòdicament per comprovar tant la seguretat com la qualitat, incloent els canvis físics, químics, microbiològics i sensorials (gust i olor). Quan la companyia ha establert el temps màxim en que el producte pot ser conservat de manera segura i amb qualitat, etiquetaran el producte amb una data una mica abans només per assegurar que la seguretat i qualitat de l'aliment si es consumeix uns dies després d'haver superat la respectiva data de caducitat.

Una altra tècnica és l'emmagatzematge del producte en cambres especials que controlen la temperatura, la concentració d'oxigen i altres factors per a accelerar el seu deteriorament i amb la qual cosa la vida útil de l'aliment pot ser determinada de manera més ràpida. Aquest mètode s'anomena “prova accelerada”. Basant-se en les condicions utilitzades en l'estudi, es calcularà la

vida útil real del producte basant-se en fórmules utilitzant les estimacions i resultats de l'assaig.

Les empreses més petites, però, determinaran la data del seu producte basant-se en la vida útil que els productes dels seus consumidors estableixen, utilitzant materials de referència o demanant consells a experts de seguretat alimentària.

Un cop estudiats els diferents mètodes que la indústria fa servir per determinar la data de caducitat, ens vam adonar de dos punts claus:

1. Per una banda sempre s'avança la data un parell de dies per tal d'assegurar la qualitat de l'aliment.
2. En tots els casos s'obtenen unes dades mitjanes, en cap cas concretes per cada aliment o consumidor, independentment de si el consumidor després és més o menys rigorós amb la temperatura d'emmagatzematge o el tractament de l'aliment durant el transport, entre d'altres.

Per tant, vam arribar a la conclusió que per tal d'evitar que el consumidor llenci aliments en bon estat cal fabricar una mena d'indicador que sigui capaç de discernir la qualitat de l'aliment de forma individual i per a les condicions que cada consumidor sotmet el producte.

3.2.-Malalties alimentàries

Des de la nostra posició d'estudiants de batxillerat no volíem abastar més del que podíem. Per aquest motiu, vam centrar la nostra investigació en aconseguir determinar la qualitat microbiològica de l'aliment seleccionat, ja que al cap i a la fi la principal preocupació del consumidor és la ingestió d'un microorganisme patògen que pot causar malaltia.

Per això vàrem decidir aprofundir en les malalties alimentàries més comunes entre la població mundial.

Segons la OMS, cada any 582 milions de persones pateixen una intoxicació alimentària i 350.000 moren a causa d'aquesta. Més del 40% són nens menors de 5 anys. Aquestes intoxicacions poden ser causades per l'abús d'antibiòtics,

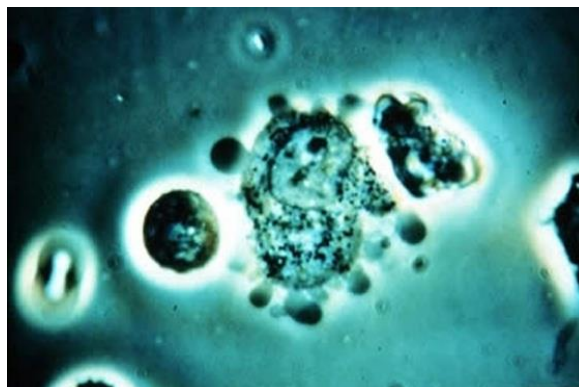
per l'engreixament dels animals o per patògens externs, entre ells els més comuns són la *Salmonella* o l'*Escherichia coli*.

Els aliments actuen com a vectors per aquests microorganismes, virus, toxines, fongs o altres substàncies inorgàniques. Normalment, aquests, se situen a l'aliment durant el procés que pateixen fins arribar a les nostres llars. Per tant s'ha d'anar amb compte amb aliments com els ous o la carn.

Entre les carns, la més perillosa és la carn de pollastre a causa de les múltiples manipulacions que pateix el seu processat i la gran quantitat d'aigua que conté.

Les infermetats que més abunden en els pollastres i que poden arribar a afectar al consumidor són les següents:

La primera és la *Clamidiosi*, la qual és una malaltia provocada per una bactèria anomenada *Chlamydia psittaci* que afecta a més de 465 espècies d'aus en tot el món. Les aus asimptomàtiques poden desenvolupar la malaltia per factors d'estrès, amuntegament, destrucció de l'hàbitat, captura i condicions inadequades de comercialització. Com podem veure,



Chlamydia psittaci

doncs, aquesta malaltia acostuma a ser desenvolupada en un context on les aus estan sotmeses a aquest tipus de condicions, les quals són habituals en aus de cria per a la seva comercialització.

Aquest organisme té un període d'incubació en les aus de 4 a 15 dies i es transmet per l'inhalaçió de pols fecal. Quan aquesta bactèria es transmet a les persones, produeix una malaltia anomenada *Ornitosis* o *Pistacosis*. Provoca símptomes com calfreds, dolors musculars, mal de cap, tos, pèrdua de gana i dolors pectorals. El tractament per combatre la bactèria té una llargada de 21 dies amb Tetraciclines. Aquesta malaltia ha registrat més de 200 diagnòstics però els seus símptomes són tan comuns que pot passar desapercebuda. Tot i així, a causa de la poca gravetat de la malaltia i els exhaustius controls veterinaris

que al nostre país es sotmet als productes càrnics, inclòs els pollastres, la legislació no contempla la presència d'aquests organismes al pollastre.

La Salmonel·losis és potser una de les malalties més conegudes pels consumidors ja que és provocada per una bactèria anomenada *Salmonella* present en gairebé totes les carns i té 200 serotips diferents.

La infecció per salmonel·la és una malaltia bacteriana freqüent que afecta l'aparell digestiu i en concret, el complex intestinal. El període d'incubació és de 6 a 72 hores i es transmet per la ingestió de menjar contaminat per matèria fecal, en la majoria dels casos la contaminació se situa en el moment de la matança de l'animal. Generalment, les persones amb salmonel·losis poden presentar símptomes com diarrea, vòmits i nàusees, còlics, deshidratació, febre, debilitat muscular i en casos extrems pot arribar a provocar la mort. El tractament es basa únicament en la presa de fluids (a causa de la deshidratació patida), en la presa de determinats antidiarreics (per a calmar els còlics) i antibiòtics (en el cas que el bacteri hagi ingressat dins el torrent sanguini de l'afectat o aquest estigui immunodeprimit).

No obstant, a causa del seu elevat efecte patogen, se'ns impossibilita treballar amb ella en l'àmbit escolar.

La *Colibacilosi* és una malaltia causada per un dels serotips la bactèria *Escherichia coli*. Aquesta, actua sobre unes cèl·lules de l'intestí prim anomenades cèl·lules de Lieberkun, provocant que aquestes absorbeixin les enterotoxines que el bacteri produeix i no els electròlits normals la qual cosa duu a una diarrea hipersecretòria.



Escherichia Coli

La causa principal per la ràpida proliferació d'aquest microorganisme es deu generalment a episodis d'estrès que les aus pateixen i a situacions on aquestes es troben immunodeprimides.

Els símptoma més freqüent d'aquesta malaltia és la diarrea però es pot complicar amb símptomes com la febre o petites hemorràgies a la pell i el període

d'incubació és de 12 a 72 hores. El tractament es basa en l'administració per via parenteral o oral immediata de sulfonamida, trimetoprim més sulfonamida o gentamicina (diferents tipus d'antibiòtics).

Per altra banda, cal destacar que l'*Escherichia coli* és una de les espècies principals d'eubacteris que viuen a la part més baixa dels intestins i la majoria de soques són inofensives. No obstant, algunes d'elles, com per exemple la productora de la toxina Shiga poden arribar a causar malalties crítiques a través dels aliments. Aquesta soca d'*E. coli*, pot créixer a temperatures que oscil·len entre els 7°C i 50°C, amb una temperatura òptima de 37°C. Tot i així, aquest microorganisme s'elimina cuinant els aliments fins que totes les seves parts arribin a 70°C o més.

La toxina responsable és una enterotoxina que actua provocant una elevació de l'AMPc cel·lular i disposició dels fluxos habituals dels ions en l'epiteli intestinal. Aquesta toxina està formada per tres parts: l'A1, l'A2 i la B; de les quals la primera és la que té la funció tòxica i la segona la que participa en que la porció de toxina A1 s'interni a la cèl·lula infectada. La part B s'uneix als receptors específics cel·lulars permetent, doncs, l'acció de l'estructura A1.

Cal remarcar que l'H7 o *E. coli* enterohemorràgica és el serotip d'*Escherichia coli* més important pel seu impacte en la salut pública produint brots epidèmics de gastroenteritis hemorràgica en països desenvolupats.

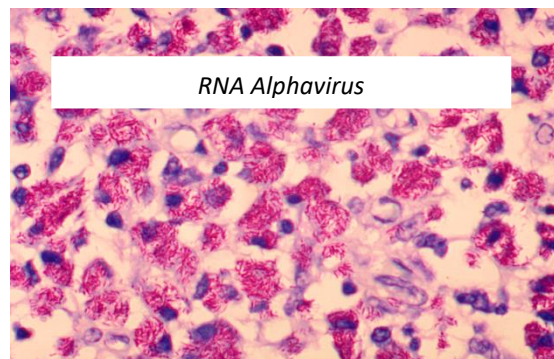
Tot i així, hi ha també altres serotips freqüentment implicats en brots i casos esporàdics.

Alguns d'aquests són: l'*E. coli* enterotoxigènica la qual produeix una diarrea tipus còlera i actua a nivell de mucosa de l'intestí prim; l'*E. coli* enteroagregativa, que provoca una diarrea persistent en infants i forma agregats a la superfície de la mucosa bucal; l'*E. coli* enteropatògena, la qual es desenvolupa a l'intestí prim on forma una alteració de l'estructura de les microvellositats i activa la tirosinacinasasa o incrementa els nivells de calci (entre altres); l'*E. coli* enteroinvasiva, patologia indistingible de la Shigella però que no produeix les toxines Shiga i, finalment, l'*E. coli* uropatògena, responsable del 80% de les infeccions urinàries.

Finalment, cal accentuar que l'*Escherichia coli* és una causa important de malaltia arreu del món: anualment, es detecten entre dos i quatre brots diferents. Per apreciar la gravetat de la qüestió, ho exemplifiquem amb un dels brots. Aquest, va ser originat per una amanida amb trossos de pollastre contaminats l'any 2015. Se'n van detectar 19 casos en 7 estats diferents i 5 dels quals van requerir hospitalització. Afortunadament, no hi va haver víctimes mortals encara que en altres casos sí que se'n documenten. Les claus per a prevenir aquest tipus d'infeccions són possibles tant en la indústria com a casa.

L'Encefalitis Equina de l'Estés una malaltia poc comuna provocada per un virus anomenat *RNA Alphavirus*. Afecta en primer terme als èquids però també es poden veure afectades les aus de corral. És un arbovirus, és a dir, es transmet per artròpodes. També és zoonòtic (pot afectar a l'espècie humana) i el seu genoma està format per ARN monocatenari positiu.

El vector d'aquest virus és un mosquit que infecta a animals que posteriorment poden ser comercialitzats. No hi ha un període d'incubació determinat però els primers símptomes es manifesten en un marge de dos dies com a màxim. Aquest virus és molt agressiu i provoca febres altes, migranyes, vòmits, convulsions i quan sembla que aquests indicis han acabat, el pacient pateix una encefalitis, inflamació del cervell. La taxa de mortalitat en humans varia entre el 30% i el 70% (depèn del grau d'infecció), encara que en els animals pot arribar fins a un 90%. Cal destacar, però, que els virus que es transmeten per picada de vectors tenen un gran potencial de perillositat a causa de la facilitat i rapidesa de difusió en una població. A conseqüència, són molt difícils de controlar.



RNA Alphavirus

Mycobacterium avium

A causa de la baixa incidència d'aquest microorganisme al nostre país la legislació no contempla el seu anàlisi.

La famosa *Tuberculosis aviar* és causada per la bactèria *Mycobacterium avium*. Aquest agent etiològic es caracteritza per tenir una elevada capacitat d'adaptació, a més de ser àcid resistent. Sobreviu, doncs, als canvis de temperatura, a la sequera, als canvis de pH, a una gran part de desinfectants i pot arribar a perdurar en una superfície durant anys.

En les aus infectades es poden detectar nombrosos tubercles suberosos simples o múltiples en tot l'intestí prim encara que en casos avançats aquestes protuberàncies poden ser observades en la medul·la òssia del fèmur i de la tíbia. També pateixen una pèrdua de pes progressiva, caquèxia (estat de desnutrició extrem), diarrea i pal·lidesa en la cresta i la cara. El fetge i la melsa, principalment, es troben sotmesos a un augment de mida, així com a nombroses protuberàncies. No obstant, les lesions pulmonars es presenten molt rarament.



Protuberàncies presents al fetge i la melsa de les aus de corral

En l'espècie humana, al ser ingerida amb un aliment contaminat, es provoquen infeccions i la inflamació dels nòduls limfàtics. L'únic tractament efectiu per combatre aquesta malaltia, és l'extirpació dels nòduls limfàtics.

A l'igual que el microorganisme anterior la baixa incidència d'aquest al nostre país provoca que la legislació no contempli el seu anàlisi.

L' *Histoplasmosi*, és una malaltia provocada per un fong anomenat *Histoplasma capsulatum* que creix en els terres on hi ha femta d'aus, és a dir, en els canals aviaris.



Histoplasma capsulatum

Generalment es caracteritza per ser una malaltia lleu i sense símptomes. Afecta en primer terme als pulmons i els símptomes inclouen malestar, febre, dolor al pit i tos seca. En casos extrems es pot

propagar a altres òrgans, és a dir, una disseminació de la malaltia. Els sectors més vulnerables a ser afectats són els infants, les persones d'edat avançada i la gent amb problemes immunitaris. El període d'incubació és d'entre 7 i 14 dies, no hi sol haver tractament en casos lleus però sí l'administració de medicines antimicòtiques en casos greus o crònics.

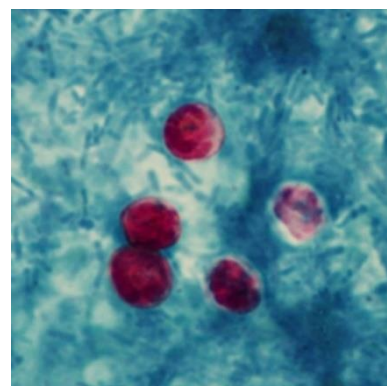
La Criptococosis és una malaltia oportunista causada per un fong anomenat *Cryptococcus neoformans*. Aquest fong utilitza els pollastres com a vector per a la infecció i el període d'incubació pot durar setmanes.

Generalment afecta a la població més vulnerable immunològicament: pacients VIH positius, persones sotmeses a un tractament amb corticoides a llarg termini o els trasplantats.

Les lesions no són a causa del propi fong sinó que són provocades per la pròpia reacció immune. Fonamentalment hi ha lesions als pulmons i al cervell. L'organisme pot provocar una meningoencefalitis precedida per infeccions pulmonars, esternuts amb sang, tos, febre, malestar, molèsties visuals i dolors en la zona pectoral. També es poden donar casos més greus amb un afectació cutània o òssea, entre d'altres. En pacients immunocompetens no hi ha cap tractament a seguir ja que la malaltia és autolimitada (en cas de símptomes, però, és recomanable l'administració de determinats antifúngics). En afectats immunodeprimits, s'ha d'administrar per via intravenosa Anfotericina B + 5-Fluocitosina.

La *Criptosporidiosi* és una malaltia provocada per el protozou *Cryptosporidium*. Afecta l'intestí prim distal i pot afectar les vies respiratòries de tant individus immunocompetents com individus immunodepressius.

En els més afectats (en primer terme pacients seropositius), si les CD4 (glicoproteïna) estan per sobre de 300 els seus símptomes no acostumen a durar més d'una setmana, però, en persones amb un



Cryptosporidium

sistema immune afectat es pot prolongar diverses setmanes. En aquest sector les conseqüències poden ser molt més nocives.

El microorganisme té un període d'incubació d' entre 3 i 7 dies, i es dona el contagi per via fecal-oral o per la ingestió d'oòcits. Els símptomes més comuns són dolor abdominal, nàusees, diarrees, fatiga i pèrdua de pes. El tractament és simptomàtic amb rehidratació de fluids, correcció electrolítica i gestió del dolor. El zinc complementari també pot millorar-ne els símptomes.

Tal i com hem esmentat prèviament, aquestes són les toxoinfeccions alimentàries més freqüents. No obstant en l'anàlisi de carn de pollastre les indústries controlen: la *Salmonel·la*, l' *E.coli* els aerobis mesòfils; els microorganismes que més malalties provoquen al nostre país.

Per aquest motiu, vam centrar el nostre projecte en la detecció dels respectius bacteris per tal de valorar la qualitat microbiològica de cada producte. Tanmateix, se'ns va presentar un inconvenient: no podíem treballar amb el bacteri que causa la *Salmonel·losis* al laboratori del nostre institut, per a qüestions legals i sanitàries. Així doncs, la vam descartar de la nostra investigació.

Per altra banda, vam treballar amb uns microorganismes els quals es caracteritzen per necessitar l'oxigen per viure i desenvolupar-se, els aerobis mesòfils. També vam treballar amb un serotip no perillós d'E.coli perquè no influís en la nostra salut durant els procediments al laboratori.

3.3.- Legislació alimentària

Un cop teníem clar les malalties que podia causar ingerir carn de pollastre en mal estat vam decidir indagar en els límits establerts per la legislació.

Com ja s'ha indicat en apartats anteriors, per assegurar la salut de les persones, els aliments són sotmesos a uns controls regulars microbiològics i de qualitat. Aquests controls són estipulats per uns articles inclosos en la legislació utilitzada per mantenir la seguretat alimentària. Les legislacions que s'han de seguir estan

dividides temàticament, com per exemple els d'additius alimentaris o les condicions higièniques dels canals, en el nostre cas, aviaris.

El reglament vigent presentat per la Comissió Europea el 5 de Desembre de 2007 és el número 1441/2007 i està format per una recopilació de reglaments que en conjunt estableixen la legislació microbiològica. El principals són els següents:

- El reglament número 2073/2005 estableix els criteris microbiològics aplicables als productes alimentaris.
- El reglament número 852/2004, article 4 estipula les mesures d' higiene generals i específiques.
- El reglament número 2073/2005 estableix els criteris de seguretat alimentària.
- El reglament del 24/01/2007 diu que no s'estableix una correlació entre les Enterobactèries i la salmonel·la, excepte en casos particulars.

Dins d'aquesta legislació, trobem diversos capítols i concretament ens centrarem en el capítol de criteris de seguretat alimentària el qual està dividit en apartats segons l'aliment i els criteris d'higiene dels processos. En el nostre cas aprofundirem en els aliments càrnics fets d'aus de corral.

3.3.1.- Criteris de seguretat alimentària

Per començar hem d'analitzar les variables per la completa comprensió de les taules exposades a continuació. Podem observar que els aliments estan classificats segons el tipus d'aliment i les varietats que puguin haver d'aquest. Seguidament tenim el nom del microorganisme o toxina en qüestió i el seu pla de mostreig. Aquest, estableix la mida de la mostra i el criteri d'avaluació que s'ha de seguir. El pla de mostreig es divideix en dues variables, la "n" que representa el número d'unitats que componen la mostra i la "c" la qual determina el màxim nombre d'elements que estan permesos que el seu resultat sigui negatiu. També cal destacar els barems *m* i *M*, dels quals la primera és el resultat

satisfactori si la mostra té un nombre de bacteris igual o menor a m i la segona és el valor límit del nombre de bacteris.

Categoria d'aliments	Microorganismes i les seves toxines	Pla de mostreig		Límits	
		n	c	m	M
Carn picada i preparats de carn a base de diferents espècies d'aus de corral destinades a ser consumides cuinades.	<i>Salmonella</i>	5	0	Absència en 10 g	

En aquesta taula observem la carn picada i preparats de carn fets a base de diferents aus de corral. El microorganisme que pot causar una malaltia és la *Salmonella*, en el nostre cas no ha estat utilitzada però l'interpretació de la gràfica és la mateixa amb tots els microorganismes.

Aquesta no pot estar present en cap mostra per cada 5 analitzades i el seu límit en 10 grams ha de ser de 0 presència de la bactèria.

3.3.2.-Criteri d'higiene dels processos

Els microorganismes com la *E.coli* i els microorganismes aeròbics mesòfils els trobem classificats en els criteris d'higiene ja que aquests majoritàriament són transmesos durant el processat de l'aliment. És a dir, aquests contaminen l'aliment des de que l'aliment en qüestió, el pollastre, entra a l'escorxador fins que el podem comprar envasat al supermercat.

Quan parlem d'aquests microorganismes, els límits, són mesurats en una unitat diferent anomenada Unitat Formadora de Colònies (UFC). Aquesta unitat, expressa la quantificació de microorganismes per comptabilitzar el número de bactèries, viables en una mostra líquida o sòlida.

Quan parlem de viabilitat ens referim a l'habilitat dels bacteris de reproduir-se per fissió binària o altrament dit bipartició, en condicions controlades. Experimentalment, diríem que la UFC és el número mínim de cèl·lules separables sobre de la superfície o dins d'un medi d'agar semi sòlid, que dona lloc al desenvolupament d'una colònia visible de milions de cèl·lules. Aquestes bacteries poden créixer en parells anomenades Diplococs, en cadena que s'anomenen Estreptococs i en ramificacions anomenades Estafilococs. Finalment, si la mostra és sòlida la unitat serà de UFC/gram i si la mostra és líquida serà UFC/ml.

Categoria d'aliments	Microorganismes	Pla de mostreig		Límits		Mètode analític de referència
		n	c	m	M	
Carn separada mecànicament	<i>Recompte de colònies aeròbies mesòfiles</i>	5	2	5x10 ⁵ ufc/g	5x10 ⁶ ufc/g	ISO4833
	<i>E.coli</i>	5	2	50ufc/g	500 ufc/g	ISO16649

En aquesta taula que es centra en la carn separada mecànicament, com els pollastres, podem veure les límits que la legislació estableix per aquest tipus de procés. Com bé s'ha esmentat en el punt 2.4.1, analitzarem dos casos: la contaminació per *E.coli* i la contaminació d'aerobis mesòfils. En el cas del microorganisme *E.coli*, per cada 5 mostres analitzades 2 de les quals poden presentar la bactèria però aquestes no poden superar el límit "M". Per contra, les mostres es declaren comestibles si es troben per sota del límit "m" i entre el límit "m" i "M". Si hi ha més de dos mostres afectades, aquest grup d'unitats es declara incomestible. Per altra banda, en el recompte de colònies d'aerobis mesòfils, el pla de mostreig és el mateix que per l'*E.coli* però els límits està entre les 5·10⁵ufc/g i 5·10⁶ufc/g.

3.4.- Compostos bioindicadors

Un cop teníem clars els microorganismes que volíem detectar per a crear la nostra etiqueta bioindicadora, primer havíem de conèixer quins compostos s'adequaven millor a les nostres necessitats. Per això, seleccionàrem tota una sèrie de compostos permesos per la indústria alimentària. Tractàrem de buscar compostos que poguessin virar de color en funció de les emissions dels microorganismes que creixessin a la carn basant-nos en canvis de PH i reaccions Redox . Evidentment va ser essencial que aquests canvis de colors es produïssin en el moment en que el creixement microbià superés els límits legals.

Vam decidir, per tant, fer servir els següents compostos:

LUGOL

El lugol és una dissolució de iode molecular i iodur potàssic en aigua destil·lada. Consisteix en 5 g d'I₂ i 10 g de KI diluïts amb 85 ml d'aigua destil·lada, obtenint una dissolució marró amb una concentració total de iode de 150 mg/ml. El iodur de potassi fa el iode diatòmic soluble en aigua, degut a la formació d'ions.

Aquest compost té múltiples aplicacions. En primer lloc, és emprat per a la tinció de bacteris Gram en l'àmbit de microbiologia. També, en el món de la parasitologia, es fa servir com a contrast visual. A més, s'utilitza per a identificar polisacàrids com els midons, el glicogen o certes dextrines (no reacciona amb glúcids simples com la glucosa o la fructosa). Certament, pot ser també emprat com a colorant per cèl·lules (fent més visible el nucli cel·lular a microscòpies) i preservant mostres de fitoplàncton; així com demostrar les propietats d'osmosi i difusió de la membrana cel·lular, entre d'altres.

FENOLFTALEÏNA:

Molécula de yodo, I₂: enlace covalente



Yoduro de potasio, KI: enlace iónico

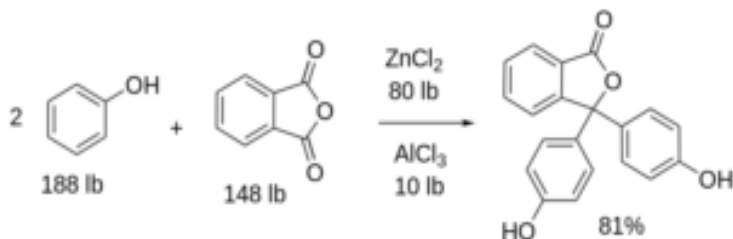
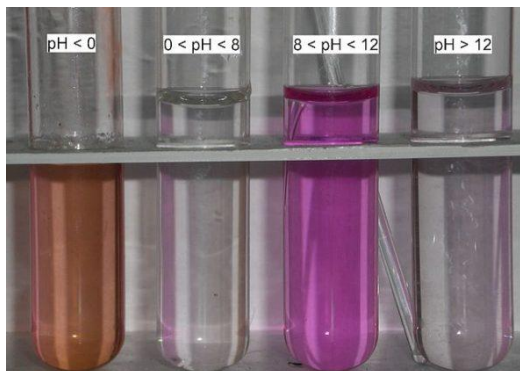


Reactivo de Lugol:
Yodo + Yoduro de potasio



*Estructuras de Lewis de las
diferentes especies de iode i
del reactiu Lugol*

És un colorant orgànic utilitzat com indicador en un medi bàsic. Depenent del pH seu color pot variar des del color rosa fins un vermell clar. La estructura dinàmica, és a dir, que aquesta pateix canvis segons el PH i té 4 estats. El primer estat és un medi extremadament àcid el qual es representa amb un to ataronjat. Quan el PH comença a augmentar, l'indicador es torna transparent, si el PH augmenta i es troba entre 8 i 9,6 veiem un color rogenc. L'últim estat és quan el PH és major que 13 i el color desapareix.



Estats de la fenolftaleïna

Estructura fenolftaleïna

El reactiu en medis bàsics es prepara al 1% dissolt en alcohol de 90% i la seva composició es forma a partir de la condensació de l'anhídrid ftàlic amb el fenol quan aquests es troben amb àcid sulfúric concentrat, clorur d'alumini i zinc i catalitzadors. Les propietats d'aquest indicador es basen en un sòlid blanc amb cristalls poc soluble en aigua però molt soluble en alcohols i èters, per això abans de ser utilitzar ha de ser diluït.

L'aplicació de la fenolftaleïna també es troba en el món sanitari concretament en els agents laxants.

COL LLOMBARDA:

És un bioindicador orgànic extret de la col llombarda o *Brassicaoleracea var. capitata f. rubra*. Les seves característiques fan que el

bioindicador pugui reaccionar diferent davant de tres medis. En un medi àcid el color que es mostra es vermell, quan el medi és neutre la col lombarda mostra el seu color natural, el morat. I per últim si el medi és bàsic el color virarà a verd fosc.



Viratges de la col lombarda

CURCUMINA:

La curcumina és un bioindicador natural extret de l'arrel de la cúrcuma o *Curcuma longa*. A més de la seva funció com a colorant i aromatitzant, la podem utilitzar com a indicador de PH. Quan aquest, es troba en un PH per sobre del 7,8 el

La composició en barrejar etílic ja que la insoluble en gras i finalment química és



seu color vira a marró. de l'indicador és basa cúrcuma amb alcohol pols de cúrcuma és aigua perquè és un àcid la seva composició $C_{21}H_{20}O_6$.

Curcumina en pols

REMOLATXA:

La remolatxa comuna o *Beta vulgaris* és una planta amb flor de la família Amaranthaceae de color vermell fosc. És també utilitzada com a indicador de PH ja que posseeix un colorant natural que varia de color quan el PH canvia, el seu color ens informa sobre l'acidesa del medi en el que es troba.



Remolatxa

SAFRANINA:

La safranina és un colorant biològic utilitzat en citologia i histologia. És coneguda també com a dimetil safranina i vermell bàsic i deriva de la fenazina. A més, cal destacar que aquest compost també és comunament utilitzat com a indicador redox química analítica. Així doncs, aquest indicador presentarà un color ben definit en cadascun dels seus estats d'oxidació i a conseqüència, unes variacions de color notables.

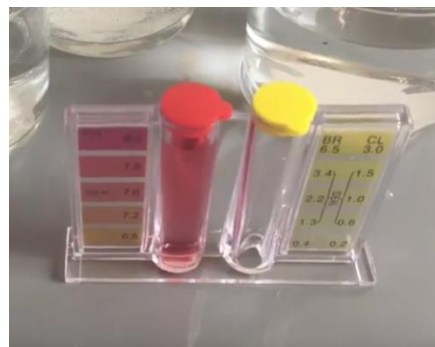


Safranina

en

VERMELL DE FENOL

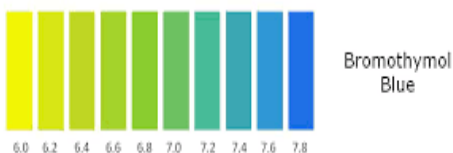
El vermell de fenol és un compost orgànic de coloració vermella, inodor i s'acostuma a presentar en pols o en cristalls. És habitualment utilitzat al laboratori com a indicador de pH, principalment en els medis de cultiu. A PH inferiors a 6,8 el cultiu vira cap a color groc, a PH superiors a 8 el cultiu presenta un viratge cap a violeta i entre aquestes dues magnituds, s'adquireix un color taronja.



Vermell de fenol

BLAU DE BROMOTIMOL

Aquest compost, també anomenat BTB es fonamentalment utilitzat com a indicador de PH per a àcids i bases febles i la seva zona de viratge es comprèn entre un pH 6 (coloració groga) i un pH 7,6 (coloració blava).



Viratges de color en el blau de bromotimol

BLAU DE METILÈ



Aigua dolça amb blau de metilè

El blau de metilè o clorur de metiltionina és una substància cristal·lina de color blau intens soluble en aigua, alcohol i altres dissolvents. És emprat com a un dels colorants essencials en microscòpia, encara que també pot ser utilitzat com a indicador redox o de neutralització.

VERD MALAQUITA

El verd malaquita o colorant del trifenilmetà, no s'obté a partir de la malaquita mineral, sinó que s'obté per l'escalfament de dos compostos quan hi ha la presència d'àcid sulfúric concentrat i la posterior oxidació. Aquest compost és molt actiu davant agents patògens i bacteries, i com el seu nom indica reacciona virant el seu color a un color més clar.



Verd malaquita en pols

4.-Hipòtesis

1. La població tendeix a llançar productes alimentaris en bon estat microbiològic basant-se en la seva percepció organolèptica.
2. La utilització de determinats compostos químics són indicatius de la qualitat microbiològica real d'un aliment i per tant, és possible la creació d'un dispositiu bioindicador de l'aptitud d'un producte pel consum humà

5.-Metodologia del treball

5.1.- Anàlisi sensorial

Vam dur a terme un anàlisi sensorial a 103 persones per tal de determinar quin era el grau de consciència de la població sobre l'estat microbiològic de certs productes càrnics, concretament el pollastre.

La realització d'aquest estudi es basà en l'anàlisi de quatre mostres, cadascuna pertanyent a un estat de conservació diferent. Per tant, elaborarem unes enquestes on es tractava d'analitzar l'aspecte, l'olor i la textura de les diferents mostres.

Així doncs, atorgàrem una puntuació a cada àmbit analitzat de manera que cada qüestionari tenia una puntuació sobre deu. Posteriorment, vam fer un recompte de totes les enquestes i obteníem de cadascuna de les quatre mostres una puntuació mitjana, la qual seria indicativa de la creença que tenia la gent sobre la seva aptitud per ser consumida. Vam posar el límit en un punt mig, és a dir, si la mostra treia entre 5 i 10 consideràvem que la població estudiada la trobava apta per al consum, però si treia menys de 5 no la consideraven apta i per tant no la menjaven.

Basant-nos en el nostre objectiu, en el qual havíem de determinar el grau de consciència de la població sobre l'estat de les mostres, vam decidir centrar-nos en els dies crítics, és a dir, aquells on hi ha una escassa diferència entre si la mostra és apta o no pel consum humà, i no pas aquells dies on s'identifiqui a primera vista la seva qualitat.

Així doncs, l'interval de compra entre una mostra i l'altra va ser d'1 dia, de tal manera que el dia que es va realitzar l'anàlisi sensorial les mostres 1,2,3 i 4 es trobaven en el 8è, 7è, 6è, i 5è, dia després de la compra, respectivament.

Al començament d'aquest anàlisi ens va sortir una petita dificultat i és que en tots els supermercats que buscàrem la carn, es trobava envasada en atmosfera modificada. Això és totalment lògic ja que allarga la vida útil de la carn. El problema era que les nostres eines eren limitades i ens era impossible reproduir aquest tipus d'atmosfera en els nostres posteriors experiments. Per això, decidírem limitar el nostre anàlisi a productes no envasats comprats a la carnisseria, al cap i a la fi, no sempre es consumeix tota la carn d'un envàs de cop, trencant-se així la atmosfera protectora.

5.1.1- Preparació de mostres

Es van comprar les mostres de pollastre en dies diferents.

DILLUNS	DIMARTS	DIMECRES	DIJOURS	DIVENDRE	DISSABTE	DIUMENGE
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21

Les condicions d'emmagatzematge i transport de les mostres van ser iguals per a les quatre mostres. Després de la compra van ser transportades en bosses de refrigeració i a l'arribar a casa, col·locades a la nevera instantàniament. Es van conservar els dies corresponents per cada mostra a la nevera a una temperatura del voltant de 4°C i traslladades fins l' institut amb la bossa de refrigeració anterior.

A continuació, es va efectuar la preparació de mostres per a l'anàlisi sensorial. Es van col·locar dos o tres filets de pit de pollastre per safata, les quals estaven respectivament nominades. Estaven etiquetades de manera aleatòria ja que així, s'impedia que els enquestats es guessin per un ordre lògic i així, se centressin únicament en els seus sentits. Cal destacar que hi havia dues safates per mostra, ja que d'aquesta manera s'agilitzava el procés.



Preparació de mostres al laboratori abans de realitzar l'anàlisi

També s'hi va afegir el líquid que l'aliment havia segregat durant el període anterior, és a dir, tant mucositat com líquid.



Safates amb la mostra 1

Per a dur a terme aquest procediment, es van haver d'utilitzar les mesures sanitàries adequades i per tant, l'ús de guants.

També, cal destacar que un tall de cada mostra es va apartar i congelar per a posteriorment poder executar l'anàlisi microbiològic.

5.1.2- Preparació del qüestionari

La població d'estudi van ser tant professors com alumnes, ja que vam tractar d'agafar el major rang d'edat possible, per tal de veure el comportament d'un grup contra més heterogeni millor.

N'hi havia un qüestionari per a cada mostra i s'iniciava amb una capçalera on hi constaven les dades essencials: el dia de l'anàlisi, el producte examinat i el nombre de la mostra. A continuació, hi havia una avaluació olfactiva on s'havia de determinar si la mostra tenia una olor agradable o desagradable. Seguidament, una avaluació visual on s'avaluava l'aspecte general, el color i la intensitat, la presència de mucositat i la presència de líquid. Tot seguit, es determinava el seu enfigassament i fermesa (aspectes relacionats amb la textura) i finalment, es preguntava si la mostra semblava apta pel consum humà o no.

ANÀLISI SENSORIAL		
MOSTRA:		
DIA:		
PRODUCTE: Pit de pollastre filetejat		
AVALUACIÓ OLFATIVA		
<input type="checkbox"/> Agradable <input type="checkbox"/> Desagradable		
AVALUACIÓ VISUAL		
Aspecte general: <input type="checkbox"/> Bo <input type="checkbox"/> Dolent		
Color: 1R		2N
<input type="checkbox"/> Rosa	→	<input type="checkbox"/> Intens
<input type="checkbox"/> Groc		<input type="checkbox"/> Pàl·lid
		<input type="checkbox"/> Molt pàl·lid
Presència de mucositat	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Presència de líquid	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
TEXTURA		
Està enganxós?	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Fermeza	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Després d'analitzar sensorialment la mostra, creus que és apta pel consum humà?		
<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No		

Com ja hem introduït prèviament, per a poder extreure resultats de manera quantitativa, vam atorgar puntuacions a cadascun dels aspectes. Els que tenien característiques que s'assemblaven més a una mostra en bon estat rebien una puntuació més elevada que els que es trobaven en un estat deteriorat. Prenent d'exemple a una mostra recent comprada: podia obtenir una puntuació màxima d'1,5 en l'avaluació olfactiva, 5 en l'avaluació visual, 1,5 en la textura i 2 per la qüestió final.

Vam decidir accentuar sobretot dos dels aspectes: l'anàlisi visual ja que és el sentit que més ens guia a l'hora de comprar un producte i la qüestió final que al cap i a la fi, la suma de tots els anàlisis anteriors influïen més a prendre la decisió de consumir o no la mostra.

Cada persona va contestar 4 qüestionaris diferents, obtenint així finalment un total de 409 qüestionaris.

ANÀLISI SENSORIAL		
MOSTRA:	1	
DIA:		
PRODUCTE:	Pit de pollastre filetejat	
AVALUACIÓ OLFATIVA		
1,5	Agradable	0 Desagradable
AVALUACIÓ VISUAL		
Aspecte general:	1,5 Bo	0 Dolent
Color:	1R	2N
	1 Rosa	1 Intens
	0 Groc	0,5 Pàl·lid
		0 Molt pàl·lid
Presència de mucositat	0 Sí	1 No
Presència de líquid	0 Sí	1 No
TEXTURA		
Està enganxós?	0 Sí	0,5 No
Fermeza	1 Sí	0 No
Després d'analitzar sensorialment la mostra, creus que és apta pel consum humà?		
2	Sí	0 No

Model d'enquesta amb puntuacions

5.1.3- Realització de l'anàlisi sensorial

Un cop havent completat els passos anteriors, ja estava tot preparat per a començar l'anàlisi

Cal destacar que entre mostra i mostra, vam disposar gots amb grans de café sense moldre per a que la gent els olorés, atès que evitava que les olors de les mostres es barrejessin i aleshores es poguessin diferenciar exitosament.



Professores realitzant la prova



Alumne si professorat realitzant l'anàlisi sensorial

5.2.-Anàlisi microbiològic

Per comprovar el grau de certesa en la percepció organolèptica de la població era imprescindible determinar la qualitat microbiològica de cada mostra de manera objectiva. Per aquest motiu, després d'haver realitzat l'anàlisi sensorial, vam haver de comprovar basant-nos en la legislació microbiològica vigent l'aptitud pel consum de cada mostra.

Llavors el següent pas va ser preparar tot el material necessari.

5.2.1.-Preparació aigua de peptona:

Vàrem haver de realitzar la preparació de l'aigua de peptona la qual utilitzàrem posteriorment per preparar les diverses dissolucions que vàrem necessitar segons el medi de cultiu utilitzat.

Material:

- 8 g de buffer d'aigua de peptona
- 400 ml d'aigua destil·lada
- Matràs
- Fogó
- Reixeta
- Balança
- Proveta
- Pot
- Capsula de porcellana
- Espàtula

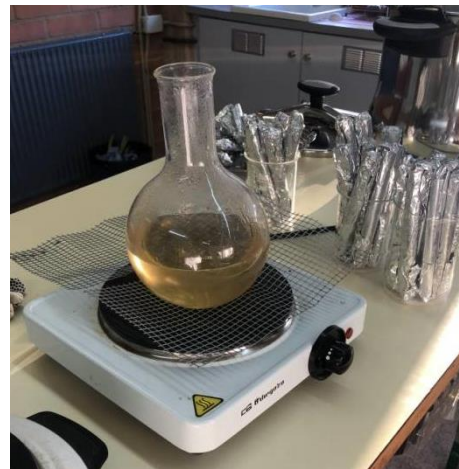
Procediment:

1. Mesurar 400 ml d'aigua destil·lada en una proveta.

2. Abocar l'aigua destil·lada dins d'un matràs de 500 ml.
3. Mesurar 8 g de buffer d'aigua de peptona dins d'una càpsula de porcellana situada sobre la balança.
4. Abocar la substància dins del matràs aforat amb ajuda d'una espàtula.
5. Barrejar la dissolució movent el matràs amb moviments circulars.
6. Deixar escalfar el matràs sobre un fogó amb una reixeta, per tal d'evitar el contacte directe. Esperar fins que els grumolls i les bombolles desapareguin.
7. Dipositar la dissolució en un pot i etiquetar.
8. Esterilitzar l'aigua de peptona.
9. Emmagatzemar a la nevera fins la seva utilització.



Afegim l'aigua destil·lada i el buffer al matràs



Dissolució del solut

5.2.2.-Esterilització del material

A l'hora de realitzar la part experimental és essencial complir el protocol de vestimenta ja que el camp de treball és un laboratori on es treballa amb la proliferació de bacteries. Per tant, ve ser obligatori portar bata i guants de làtex

per evitar el contacte directe amb les mostres i els materials, i el cabell recollit per no tenir problemes a l'hora de la manipulació dels materials del laboratori.

Per a poder realitzar tots els procediments necessaris, vam haver d'emprar un material prèviament esterilitzat per a no contaminar les mostres. Així doncs, el primer pas va ser esterilitzar el material del qual en vam fer ús. A causa de les limitacions econòmiques del centre, el laboratori de ciències naturals no disposa de autoclau, per això nosaltres el substituïrem per una olla a pressió a través de la qual vam obtenir un resultat òptim.

Material:

- Fogó
- Olla a pressió
- Reixeta
- Pot 500 ml
- Tubs d'assaig x20
- Puntetes de pipeta 1ml X20
- Paper d'alumini
- Nansa Digrafsky
- Alcohol 96%
- Cremador bunsen

Procediment:

1. Recobrir tot el material que es vol esterilitzar amb paper de plata sense deixar cap orifici per tal d'evitar una possible contaminació del material.
2. Situar una olla a pressió sobre un fogó i posar dins de la olla una reixeta per evitar el contacte directe del material a esterilitzar amb l'olla.
3. Afegir 3 cm d'aigua dins de l'olla.
4. Introduir dins de l'olla els tubs d'assaig, les puntetes de pipeta i el pot de 500ml el qual conté l'aigua de peptona a esterilitzar i disposar-lo sobre la reixeta.
5. Portar a ebullició l'aigua durant 15 minuts.
6. Deixar refredar el material i emmagatzemar-lo hermèticament tancat.

5.3.-Preparació dels medis de cultiu:

Analitzarem la presència d' E.coli i aerobis mesòfils en cada mostra de carn ja que són els únics microorganismes que podem manipular en l'àmbit escolar.

Per això, es va haver de preparar dos medis de cultiu diferents per a fer créixer aquests microorganismes cada un en el seu medi òptim.

5.3.1.-Medi de cultiu d'Agar cromogènic per coliformes (*E.coli*)

El procediment per elaborar els medis de cultiu de coliformes és molt semblant a la preparació de l'aigua de peptona.

Material:

- Plaques petri
- Agar cromogènic per coliformes
- Espàtula
- Aigua Destil·lada
- Balança
- Olla a pressió
- Reixeta
- Capsula de porcellana
- Encenedor bunsen
- Proveta
- Termòmetre
- Alcohol 96%

Procediment:

1. Mesurar 500 ml d'aigua destil·lada en una proveta.
2. Mesurar 14,725 g d'Agar cromogènic per a coliformes amb la capsula de porcellana situada sobre la balança.
3. Abocar la substància dins del matràs amb l'espàtula on es troba l'aigua destil·lada

4. Deixar escalfar el pot sobre el fogó fins que desapareguin les bombolles i grumolls
5. Esterilitzar en autoclau 15 minuts. (4.2.2)
6. Deixar refredar la dissolució.
7. Preparar les plaques petri dins d'un ambient estèril creat per encenedors Bunsen.
8. Mesurar amb un termòmetre la temperatura de la dissolució fins arribar als 45°C.
9. Dipositar el medi de cultiu dins de les plaques petri.
10. Deixar refredar.
11. Emmagatzemar els medis de cultiu a la nevera fins a la seva utilització.



Agar cromogènic per a coliformes



Pes del solut



Afegim el solut a l'aigua destil·lada

Esterilització en autoclau



plaques petri



Solidificació dels medis de cultiu

5.3.2.-Medi de cultiu de PlateCount Agar (PCA) per a aerobis mesòfils

L'elaboració d'aquest medi va ser gairebé idèntica al medi de cultiu per a *E.coli*.

Material:

- Plaques petri
- PlateCountAgar
- Espàtula
- Aigua destil·lada
- Balança
- Olla a pressió
- Capsula de porcellana
- Encenedor bunsen
- Proveta
- Termòmetre

Procediment:

1. Mesurar 500 ml 'aigua destil·lada en una proveta i abocar al matràs.
2. Mesurar 11,75 g de PlateCount Agar amb la càpsula de porcellana situada sobre la balança
3. Abocar la substància dins del matràs amb l'espàtula on es troba l'aigua destil·lada.
4. Escalfar el pot al microones fins que van desaparèixer les bombolles i grumolls controlant cada un breu temps. El pot s'ha d'anar posant i traient del microones i barrejant amb la vareta de vidre.
5. Esterilitzat en autoclau introduint el pot amb el medi de cultiu sobre una reixeta situada dins de la olla de pressió.
6. Tancar aproximadament uns 15 minuts a partir del moment en que l'aigua comença a bullir.
7. Retirar l'olla del foc i treure el contingut perquè es refredi.
8. Mesurar la temperatura amb un termòmetre fins als 45 graus.
9. Abocar el medi de cultiu dins de les plaques petri abans que es solidifiqui. Aquest pas s'ha de fer dins d'un ambient estèril creat per encenedors bunsen que funcionen amb alcohol 96%.
10. Deixar reposar les plaques perquè es solidifiquin.
11. Emmagatzemar a la nevera fins a la seva utilització.



Preparació del medi de cultiu per a aerobis mesòfils



Estat previ a la col·locació dels cultius a la nevera

5.4.-Sembra

Després de la elaboració dels medis de cultiu es van haver de sembrar les mostres. Per això, vam haver de seguir el següent procediment.

Materials:

- Mostra de carn 1, 2, 3 i 4
- Tubs d'assaig
- Morter de vidre
- Mà de morter
- Encenedors bunsen
- Gradeta
- Pipeta
- Puntetes
- Nansa Digrafsky
- Proveta
- Vas de precipitats
- Balança
- Capsula de porcellana
- Tisores
- Pinces
- Aigua de peptona
- Medis de cultiu de agar per a coliformes
- Medis de cultiu d' aerobis mesòfils
- Retolador

Procediment Aerobis mesòfils:

1. Tallar i mesurar 1 g de la mostra de pollastre amb l'ajuda de les tisores i una balança.
2. Triturar mitjançant la mà de morter i el morter de vidre fins que quedi un líquid més o menys viscos.
3. Mesurar 10 ml d'aigua de peptona en una proveta.

4. Abocar al morter l'aigua de peptona on es troba la mostra triturada i barrejar: per obtenir la dissolució -1.
5. Preparar un total de quatre tubs d'assaig per tal de poder dur a terme les dissolucions
6. Afegir 9mL d'aigua de peptona mitjançant la pipeta i les puntes a cada tub d'assaig
7. Abocar 1ml de la dissolució del morter (dissolució -1) al primer tub.
8. Barrejar i obtenim 10 ml de dissolució -2.
9. Repetir el mateix procediment fins la dissolució -4 en aerobis mesòfils i dissolució -2 en *E.coli*.
10. Rotular les plaques petri amb la nomenclatura adient la qual es regeix pel nom del medi de cultiu, el nombre de la mostra de carn sembrada, la dissolució emprada, la data de la sembra i les inicials de les autores del projecte.
11. Afegir amb la pipeta 1 ml de cada dissolució en una placa petri diferent dins d'un ambient estèril. Cada mostra té 2 medis de cultiu *E.coli* (dissolució -1 i -2), i 4 medis d'aerobis mesòfils de dissolució (-1, -2, -3 i -4).
12. Esterilitzar la nansa Digrafsky per a disseminar adequadament la mostra sobre la superfície, de tal manera que no quedin espais buits o acumulacions en un determinat punt.
13. Tancar les plaques.



ra pesada a la
ança

Trituració de la mostra al
morter



Afegint 10mL d'aigua de
peptona al morter

Preparació de les dissolucions en un ambient estèril



Dissolucions -2,-3,-4 i -5 d'esquerra a dreta



Sembra i preparació de dissolucions per la següent mostres de manera simultània

Tècnica de sembra utilitzant la nansa Digrafsky



Conjunt de mostres preparades per a ser incubades

5.5.-Incubació i recompte

Materials:

- Cultius
- Estufa de laboratori
- Retoladors

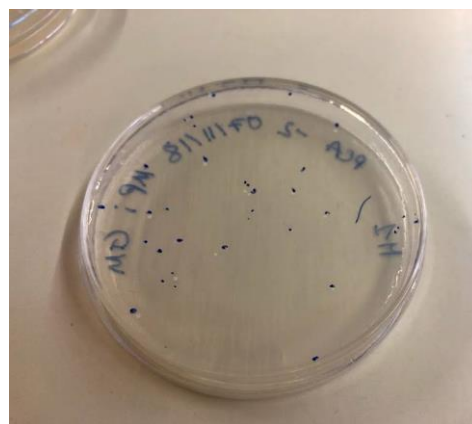
Procediment:

Posteriorment es col·loquen les 24 mostres a l'estufa de laboratori a 44°C unes 48 hores.

En aquest període de temps, els microorganismes es van anar multiplicant formant unitats formadores de colònies (UFC) i quedant així, visibles per al recompte.

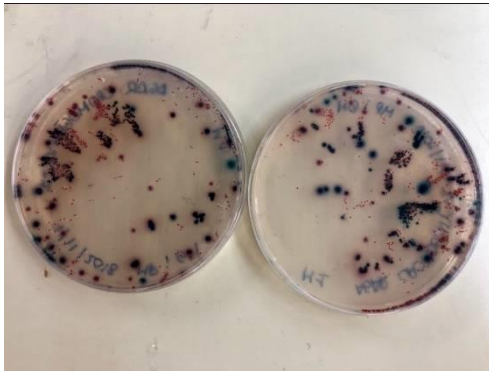
El recompte de colònies es va dur a terme de manera manual. Es va haver d'anar marcant colònia per colònia amb un retolador sobre la placa de manera que els punts quedessin visibles. Un color va ser utilitzat per els bacteris esperats i un color diferent per a UFC no esperades que havien aparegut també en la mateixa placa.

Tot i així, cal destacar que vam trobar-nos amb més d'una mostra la qual vam considerar nul·la, ja que havia estat contaminada o les UFC havien proliferat de tal manera que se'ns impossibilitava el recompte.

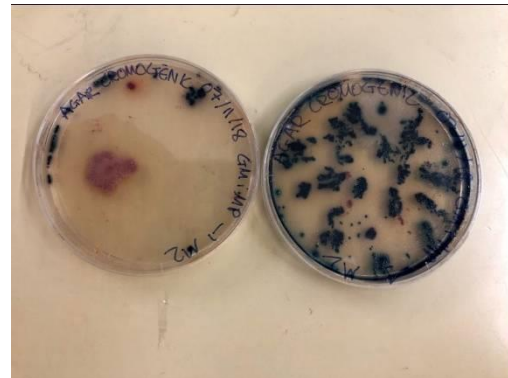


*el recompte de
es en placa*

*Recompte de colònies d'aerobis
mesòfils*



Recompte de colònies d'E. Coli



Exemples de plaques declarades nul·les

L'objectiu de fer diverses dissolucions era obtenir plaques en les que fos possible el recompte de la millor manera. Tot i així, aquest fet s'havia de tenir en compte a l'hora de dur-ho a terme i per aquest motiu s'havia de fer la conversió adequada per a tenir les dades correctes i poder extreure'n resultats.

La fórmula utilitzada en aquesta situació i que nosaltres vam utilitzar va ser la següent:

$$\frac{UFC}{mL} = \frac{n^{\circ} \text{ colònies per placa } \times \text{ factor de dilució } *}{mL \text{ de la mostra sembrada}}$$

*Factor de dilució=inversa de dilució (exemple: dilució -4= $10^{-4} = \frac{1}{10^4} \rightarrow 10^4$)

Va ser aleshores quan, seguint els marges legals situats a la legislació microbiològica vam poder determinar l'aptitud de consum de les mostres. Recordem que aquests límits eren, per les colònies d'E.coli $m=50\text{ufc/g}$ i $M=500\text{ufc/g}$ i per les colònies d'aerobis mesòfils $m=5 \times 10^5\text{ufc/g}$ i $M=5 \times 10^6\text{ufc/g}$; essent m un resultat satisfactori si la mostra té un nombre de bacteris igual o menor a m i M el valor límit del nombre de bacteris.

5.6.-Creació de les etiquetes bioindicadores

Un cop realitzada la primera part experimental, vam iniciar el procediment final per a assolir l'objectiu principal del nostre treball: la creació d'una etiqueta bioindicadora o un complex bioindicador líquid per determinar si el pollastre està en bon o mal estat.

Per la realització d'aquesta última part vam fer la preparació dels diferents compostos els quals s'obtenien mitjançant diferents procediments i dissolucions.

5.6.1 Extracció i preparació dels compostos

Per a obtenir els indicadors necessaris per a la realització del nostre projecte, la matèria prima d'aquests indicadors van ser la remolatxa, la col llombarda, la cúrcuma, la safranina i el verd malaquita en pols. El material general que utilitzarem per la extracció i preparació dels compostos van ser els següents.

Material:

- Ganivet
- Ratllador
- Morter
- Mà de morter
- Aigua destil·lada
- Alcohol 96%
- Pots
- Etiquetes
- Retoladors
- Paper de filtre
- Embut
- Espàtula
- Balança
- Càpsula de porcellana
- Vas de precipitats

Procediment:

El primer compost extret va ser la curcumina, un colorant provinent de la cúrcuma.

Extracció:

1. Ratllar l'arrel de cúrcuma amb un ratllador.
2. Afegir dues espàtules de cúrcuma ratllada a un morter.
3. Cobrir amb alcohol de 96% i deixar un temps de repòs
4. Amb l'ajuda de paper de filtre i un embut filtrar la dissolució per obtenir la preparació de la curcumina.

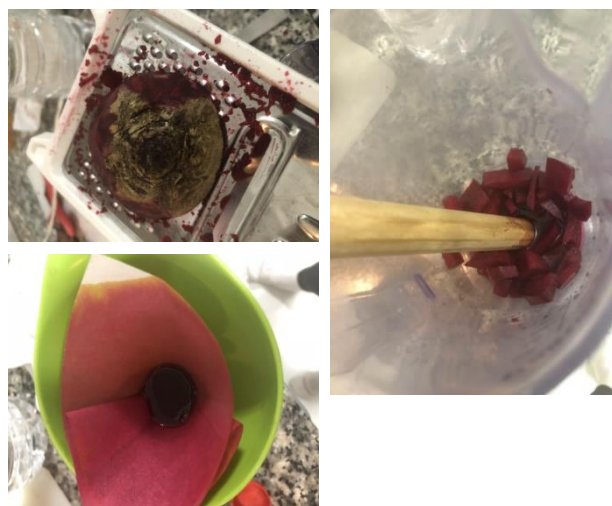


Extracció de la curcumina

Un altre dels compostos el qual vam extraure d'un aliment va ser l'indicador obtingut de la remolatxa.

Extracció:

1. Ratllar l'hortalissa amb el ratllador i deixar reposar amb poca quantitat d'aigua.
2. Filtrar de la mateixa manera que el compost anterior per evitar trossos de remolatxa.
3. Abocar en un pot etiquetat.



Extracció de la remolatxa

L'últim compost que va ser extret d'un producte alimentari va ser l'indicador provinent de la col llombarda.

Extracció:

1. Bullir una cassola petita amb aigua.
2. Afegir la col llombarda tallada prèviament en trossos petits amb un ganivet.
3. Deixar en ebullició uns 15 minuts i agafar una petita quantitat del líquid amb una pipeta
4. Afegir 20 ml d'alcohol 96% ja que és poc hidrosoluble.
5. Amb paper de filtre i un embut filtrar el producte i dipositar en un pot etiquetat.



Extracció de la col llombarda

Com només tres dels compostos es podien obtenir a partir d'un aliment, vàrem utilitzar compostos que teníem al laboratori del nostre institut. Molts d'ells no requerien preparació ja que s'havia fet anteriorment per altres activitats escolars però d'altres que van haver de ser preparats per nosaltres.

El primer d'aquests compostos va ser el verd malaquita el qual va ser sotmès a dues preparacions, el motiu d'aquesta decisió va ser buscar quina de les dues variants era més efectiva.



Preparació del verd malaquita

Preparació :

1. Mesurar 2 g de l'indicador dipositat en una càpsula de porcellana situada sobre la balança.
2. Dipositar 1g en dos vasos de precipitats diferents ja que en un afegim 20 ml d'aigua destil·lada, i en l'altre 40 ml d'alcohol 96%.
3. Dissoldre l'indicador amb l'ajuda d'una vareta de vidre i filtrar ambdós dilucions amb un embut i paper de filtre.
4. Dipositar en dos pots diferents prèviament etiquetats la dilució amb alcohol i l'altre amb aigua destil·lada.

Preparació :

L'últim compost que vam preparar va ser la safranina el qual va seguir exactament el mateix procediment que el verd malaquita ja que la seva preparació seguia els mateixos passos.

A més dels compostos extrets i preparats per nosaltres mateixes, vam utilitzar altres compostos com el blau de metilè, el blau de brotimol, el vermell fenol, el lugol i la fenolftaleïna, els quals ja estaven preparats per a ser emprats.

5.6.2-Realització de dissolucions

Molts d'aquests indicadors es caracteritzen per tenir un color molt intens i per això varem necessitar fer dissolucions per a apreciar el viratge del color durant la pràctica.

Material:

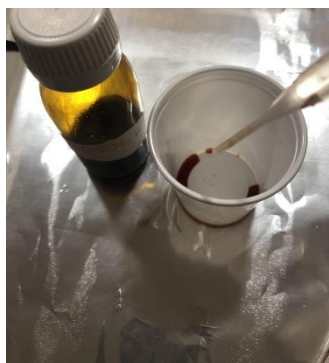
- Pipetes Pasteur (4ml)
- Pipetes graduades o de Mohr (1ml)
- Gots
- Aigua
- Pots
- Compostos
- Retolador

Cada compost té una intensitat més o menys elevada de color per tant les equivalències entre colorant i aigua són diferents.

Procediment:

1. Dipositar 1 ml de cada compost en un got diferent, rotulat anteriorment, amb l'ajuda de la pipeta de Mohr.
2. Afegir aigua amb la pipeta Pasteur fins que el color sigui prou clar com per apreciar el viratge dels colors i comprovar així quins compostos són adients. Vam seguir les següents equivalències:

	ml Compost	ml Aigua
LUGOL	1	4
CURCUMINA	1	4
BLAU DE METILÈ	1	30
REMOLATXA	2	4
BLAU DE BROTIMOL	1	8
VERMELL FENOL	1	6
VERD MALAQUITA (alcohol)	1	18
SAFRANINA (alcohol)	1	20
FENOLFTALEÏNA	1	4
SAFRANINA (aigua destil·lada)	1	14
VERD MALAQUITA (aigua destil·lada)	1	70
COL LLOMBARDA	1	1



Realització de les dissolucions

5.6.3.- Muntatge del complex bioindicador

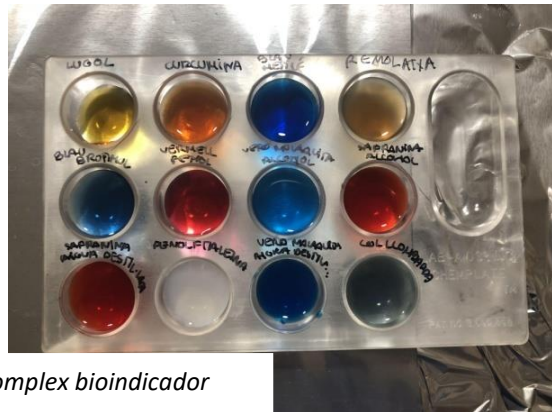
Cada compost es va dipositar dins d'un pouet però també vam incloure-hi un paper de filtre impregnat amb el compost. Aquest experiment es va realitzar en 4 mostres diferents i dos mostres patró.

Material:

- Compostos en dissolució
- Pous
- Paper de filtre
- Tisores
- Retolador
- Pipetes 1ml
- Placa de pouets

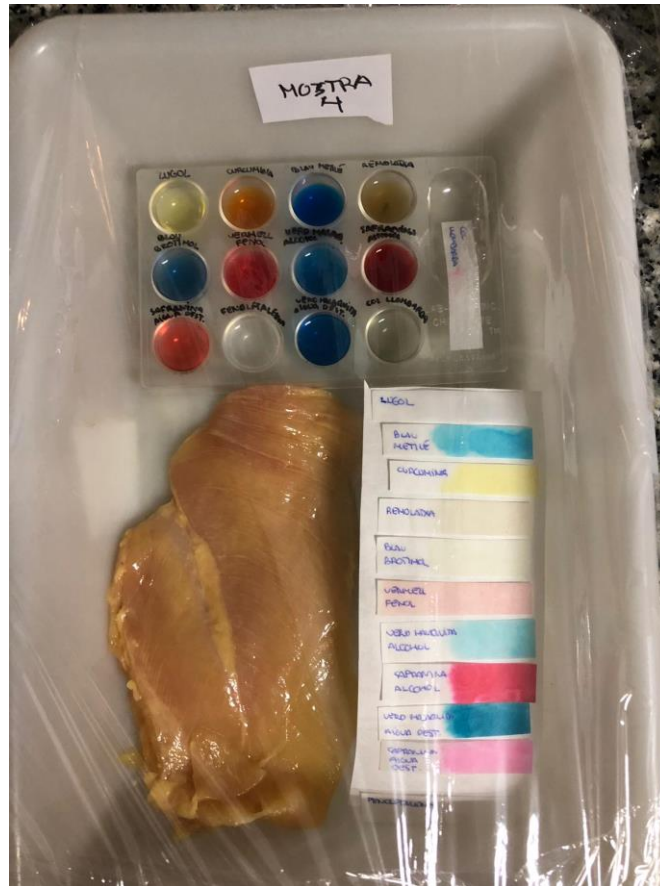
Procediment:

1. Rotular la placa de pouets amb el nom de cada indicador.
2. Amb una pipeta agafar 1 ml del compost i ficar-lo dins d'un dels pouets.
3. Repetir aquesta acció amb cadascun dels indicadors.
4. Al mateix temps retallar amb unes tisores un paper de filtre per impregnar-lo amb 3 gotes del mateix compost.



Preparació del complex bioindicador

Preparació del complex bioindicador



Complex bioindicador

5.6.4.- Comprovació de la utilitat del complex bioindicador

Un cop realitzats els procediments anteriors, vàrem iniciar l'experiment que determinaria els resultats del nostre treball.

Material:

- Mostres 1,2,3 i 4 de pollastre
- Safates etiquetades
- Complexos bioindicadors
- Paper de film
- Nevera
- Guants de làtex

Durant aquesta part experimental va ser molt important la higiene per tal de no contaminar les mostres per això va ser imprescindible utilitzar guants de làtex i dur el cabell recollit.

Procediment:

1. Comprar les mostres de pollastre a la carnisseria.
2. Transportar fins a casa la mostra de pollastre amb una bossa de congelats per conservar al màxim la temperatura òptima de conservació d'aquest aliment.
3. Situar el complex bioindicador dins de la safata etiquetada amb el número de la mostra corresponent.
4. Col·locaren columna i una mica elevats els papers de filtres impregnats amb els compostos per evitar el contacte amb el líquid segregat per la carn.
5. Posar la carn dins de la safata i cobrir amb el paper de film impedit així l'escapament dels gasos alliberats i propiciant el viratge de color.
6. Introduir les safates dins la nevera la qual estava a 4°C i fer un seguiment de les mostres amb fotografies (veure 5.2).
7. Repetir aquest procediment amb cada mostra.

6.-Resultats

Cal recordar que la nostra investigació es componia de dues vessants principals: en primer lloc, la determinació de la consciència organolèptica de la població mitjançant un anàlisi sensorial, i posteriorment la creació d'un mecanisme per tal de solucionar el problema que se'ns plantejava. Així doncs, a continuació exposarem els resultats que s'han obtingut en els diversos àmbits i que seran el motor per a posar punt i final a la nostra recerca.

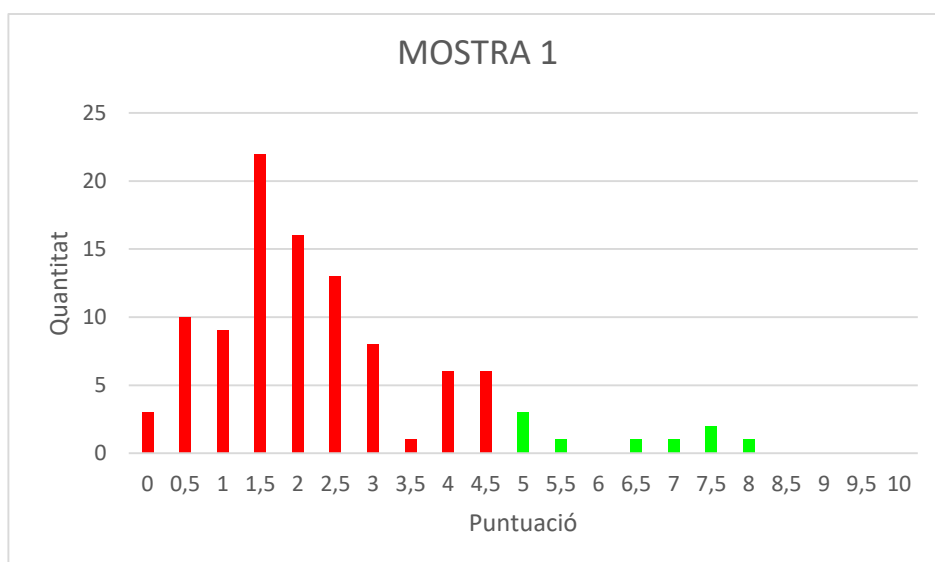
6.1.-Estudi de la percepció organolèptica de la població

Introduïrem els resultats dels qüestionaris en un full de càlcul Excel de manera que es visualitzessin el nombre de qüestionaris per a cada puntuació i seguidament, es va dur a terme la realització d'una puntuació mitjana per a cada mostra. Cal recordar que la mostra va ser declarada com a no apta per una puntuació inferior a 5, segons les respostes dels individus estudiats.

A més, es van elaborar uns gràfics per a poder examinar els resultats de manera més visual. Les quatre mostres van acabar reflectint-se en una puntuació mitjana de manera respectiva.

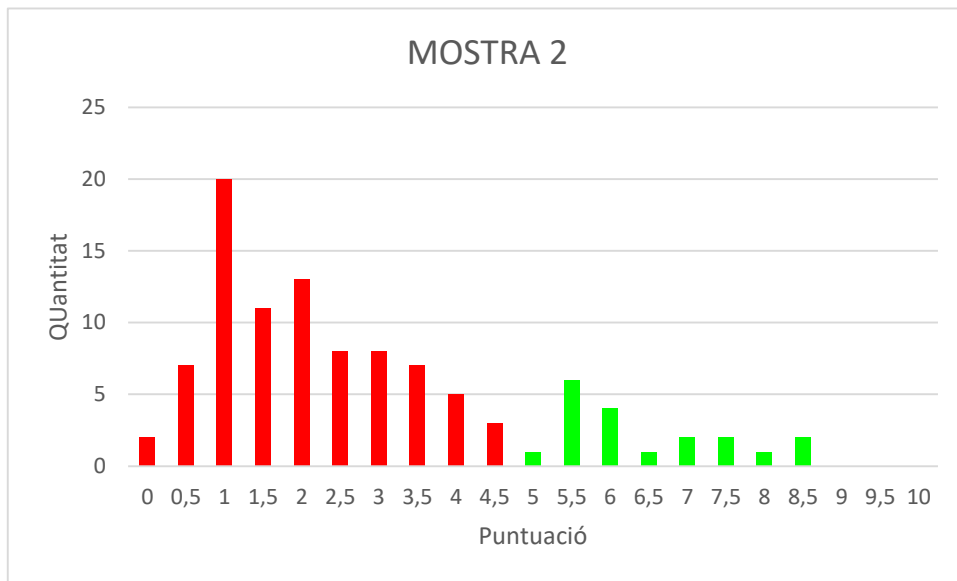
En síntesi, analitzarem els resultats obtinguts per a cada una de les mostres.

D'entrada, començarem amb la mostra 1.



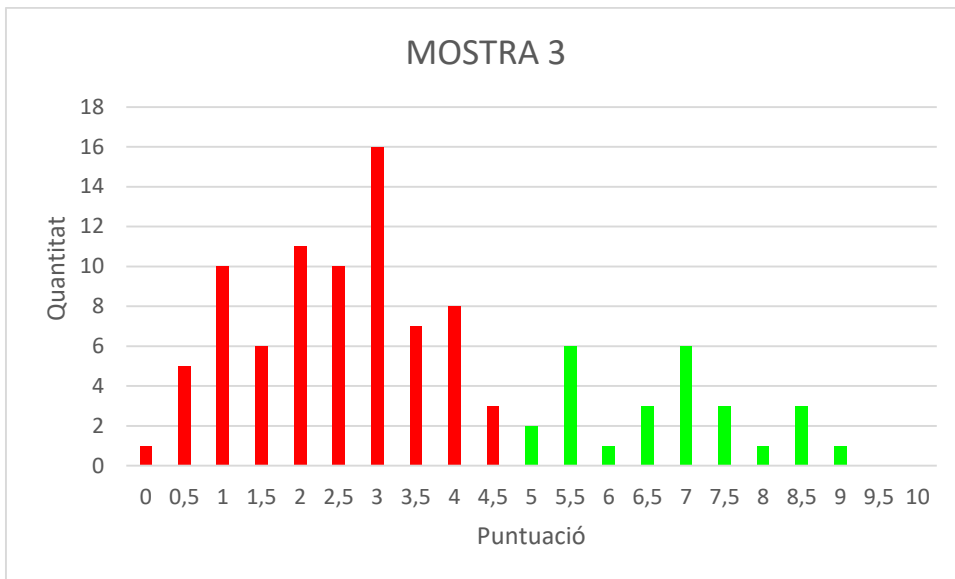
Tal i com podem observar en el gràfic anterior, la mostra va obtenir una puntuació que reflectia la seva poca aptitud pel consum atès que es trobava significativament per sota del 5.. La **puntuació mitjana va ser de 2,398** i és la que es correspon amb la mostra més deteriorada: es trobava al 8è dia després de la compra.

En el cas de la mostra 2 no hi va haver gairebé diferència respecte la mostra anterior:



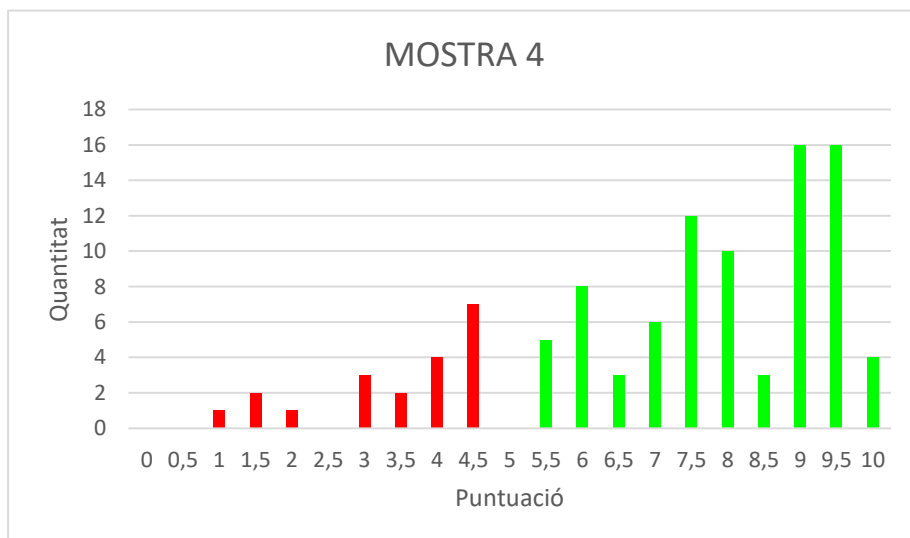
Com s'observa en el gràfic anterior, la mostra va obtenir una puntuació que reflectia la seva poca aptitud pel consum ja que altra vegada es trobava per sota de 5. La **puntuació mitjana va ser de 2,782** i és la que es correspon amb la segona mostra més deteriorada: es trobava al 7è dia després de la compra.

Seguidament, ens fixarem en els resultats obtinguts en la tercera mostra.



Tal i com s'observa en el gràfic anterior, la mostra va obtenir una puntuació que conduïa a una baixa aptitud pel consum humà: la seva puntuació seguia essent inferior a 5. La **puntuació mitjana va ser de 3,515** i era la que es corresponia amb la segona mostra menys deteriorada: es trobava al 6è dia després de la compra.

Finalment, analitzarem els resultats obtinguts en la mostra 4:



Com s'observa en el gràfic anterior, la mostra va obtenir una puntuació que valorava la bona aptitud pel consum, posicionant-se així, com la que més bona

puntuació havia obtingut. La **puntuació mitjana era de 7,165** i era la que es corresponia amb la mostra en més bon estat atès que es trobava al 6è dia després de la compra.

No obstant, cal destacar la gran diferència entre les puntuacions mitjanes de les mostres 3 i 4 respectivament. Tot i que aquestes tenen només un dia de diferència en l'interval de compra (de la mateixa manera que totes les altres), es diferencien en 3,65 punts, la qual xifra és més del doble de la puntuació de la mostra 3. És a dir, només amb un dia de diferència, els individus estudiats han valorat un increment exponencial en la qualitat microbiològica de la mostra.

6.2.- Resultats anàlisi microbiològic

Ara bé, havíem de ser capaces de valorar els resultats obtinguts de manera objectiva. És a dir, delimitar si les puntuacions que determinaven l'aptitud de cada mostra segons la percepció de la població eren corresponents a l'estat microbiològic de cadascuna o, si per contra, s'allunyaven d'aquest.

Per aquest motiu, vam dur a terme un anàlisi microbiològic per a cada mostra. La legislació vigent indica que s'han de dur a terme 5 anàlisis de cada una de les mostres, però a causa de les nostres limitacions temporals i econòmiques (ja que els medis de cultiu tenen un important cost econòmic) duguérem a terme 2 anàlisis de cada tipus de mostra. Això sí, les comprarem en setmanes diferents, per assegurar-nos que no venien del mateix lot.

En la primera taula es mostren els resultats obtinguts després de fer l'anàlisi i en la segona amb la conversió adequada per a determinar-hi l'aptitud pel consum.

Comencem, doncs, a fer el buidatge de les dades obtingudes. A continuació es mostraran els resultats de cada mostra respectivament.

Cal destacar que a l'hora de realitzar el recompte de colònies, a part de trobar-nos les esperades (*E.coli* de color blau i aerobis mesòfils de color blanc, en els

seus respectius medis de cultiu), també hi van aparèixer unes colònies rosades. Aquestes, només s'hi van presentar en el medi d'agar cromogènic i per aquest motiu vam decidir informar-nos. Les colònies de color rosa asalmonat cap a vermell, van resultar ser unes colònies de bacteris indeterminats coliformes que posseeixen enzims β -galactosidasa positives y β -glucuronidasa negatives, uns coliformes diferents a *E. coli* els quals no podem determinar quin tipus d'espècies de bacteris són i per tant no les tindrem en compte. A conseqüència, vam decidir introduir-les als resultats però descartar-les de les dades d'interès atès que no tenien pes dins els nostres resultats.

En el cas de presentar-se colònies blanques al medi d'E.coli també les hem descartat a causa que eren enterobacteris que tampoc ens interessaven.

Cal tenir en compte que en els gràfics mostren la proporció de les diverses colònies obtingudes en cada medi de cultiu en relació als límits legals. En el cas que aquests no apareguin al gràfic, voldrà dir que el nombre de colònies està molt per sota del marge permès.

PRIMER ANÀLISI

En primer lloc, trobem els de la mostra 1.

MOSTRA 1 (8è dia)				
Cultiu	Variants	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	1	900	4030	1180
	2	1120	3830	990
PCA (mesòfils aeròbics)	1	3600	0	0
	2	8000	0	0
	3	10000	0	0
	4	0	0	0

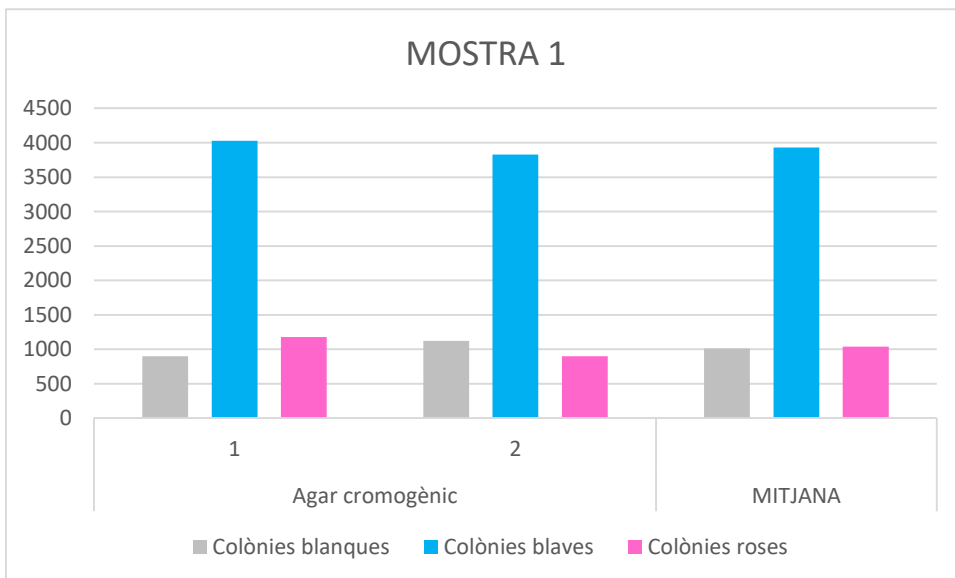
MOSTRA 1 (8è dia)

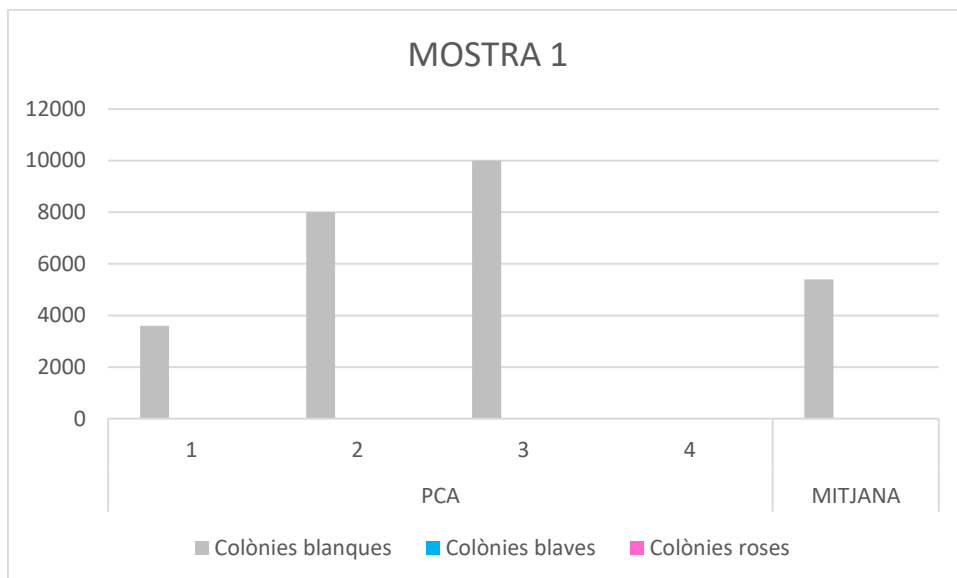
Cultiu	Dissolució	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	-1	90	403	118
	-1	112	383	99
PCA (mesòfils aeròbics)	-2	36	0	0
	-3	8	0	0
	-4	1	0	0
	-5	0	0	0

Recolzant-nos en la metodologia anterior, vam fer la conversió de les colònies obtingudes en les vàries dissolucions en els nombres adequats

COLÒNIES D'E.COLI: m=50ufc/g M=500 ufc/g
 COLÒNIES D'AEROBIS: m=5X10⁵ufc/g M=5X10⁶ufc/g
 m: Resultat satisfactori si la mostra té un nombre de bacteris igual o menor a m

per a poder establir límits legals i fer comparacions, tot seguint la fórmula exposada en la part pràctica. D'aquesta manera, ens van quedar els següents resultats (en vermell estan indicats les quantitats fora dels marges legals):





Així doncs, declarem definitivament com a no apta pel consum humà la mostra 1 a causa de la superació del límit establert en nombroses ocasions.

Seguidament, examinarem els resultats obtinguts en l'anàlisi microbiològic de la mostra 2.

MOSTRA 2 (7è dia)				
Cultiu	Dissolució	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	-1	11	49	3+massa gran
	-1	1	1	1
PCA (mesòfils aeròbics)	-2	11	0	0
	-3	0	0	0
	-4	0	0	0
	-5	0	0	0

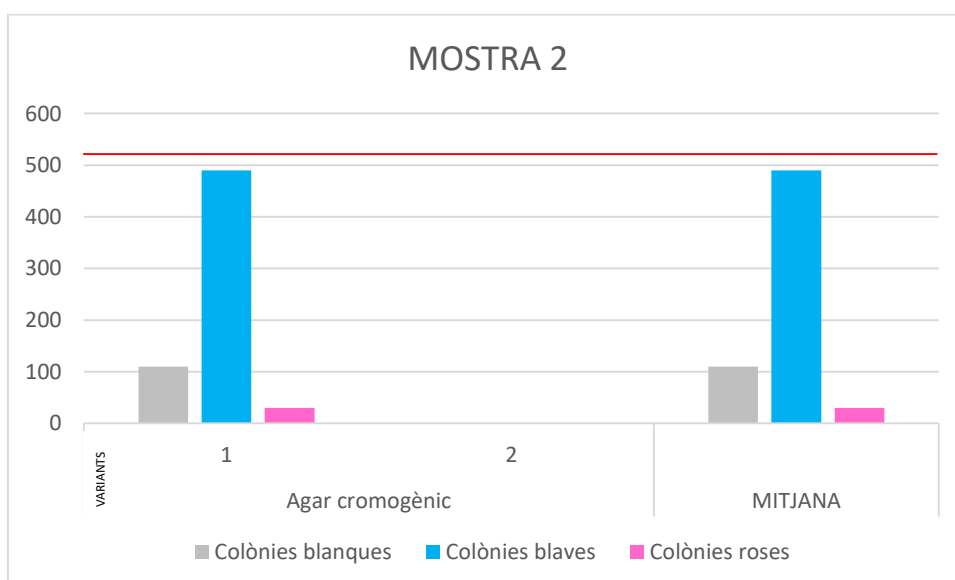
MOSTRA 2 (7è dia)				
Cultiu	Variants	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	1	110	490	30+massa gran
	2	1	1	1
PCA (mesòfils aeròbics)	1	1100	0	0
	2	0	0	0
	3	0	0	0
	4	0	0	0

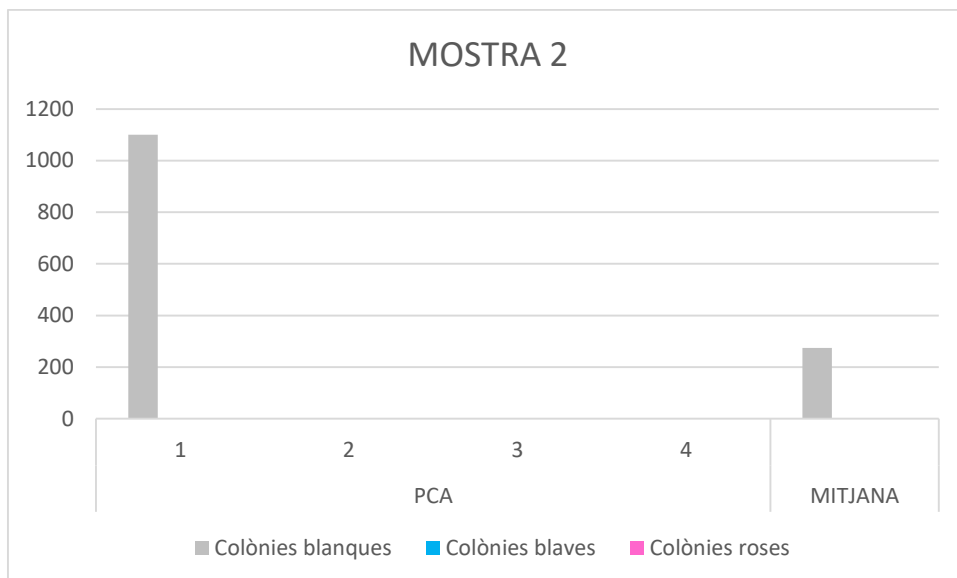
COLÒNIES D'E.COLI: m=50ufc/g M=500 ufc/g

COLÒNIES D'AEROBIS: m=5X10⁵ufc/g M=5X10⁶ufc/g

m: Resultat satisfactori si la mostra té un nombre de bacteris igual o menor a m

Tal i com també ens mostra la gràfica següent, no sobrepassa els marges legals en cap dels casos.





Així doncs, els resultats de l'anàlisi anterior ens indiquen que la mostra 2 va assolir tots els requisits necessaris per a trobar-se dins els límits legals i que per tant, era apta pel consum humà.

MOSTRA 3 (6è dia)				
Cultiu	Dissolució	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	-1	0	0	9
	-1	0	0	6
PCA (mesòfils aeròbies)	-2	0	0	0
	-3	0	0	0
	-4	Massa gran (contaminació)		0
	-5	0	0	0

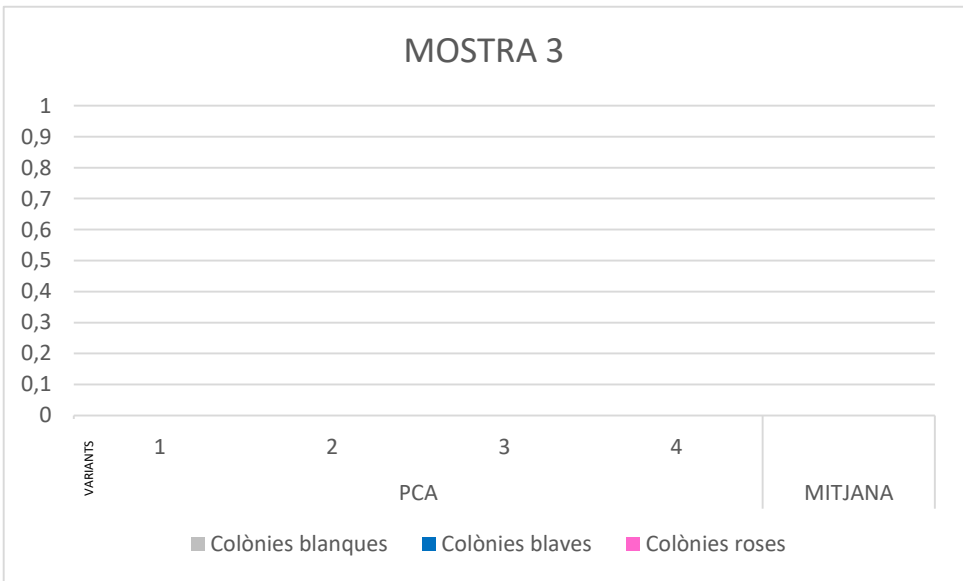
MOSTRA 3 (6è dia)				
Cultiu	Variants	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	1	0	0	90
	2	0	0	60
PCA (mesòfils aeròbies)	1	0	0	0
	2	0	0	0
	3	Massa gran (contaminació)		0
	4	0	0	0

COLÒNIES D'E.COLI: $m=50\text{ufc/g}$ $M=500\text{ ufc/g}$

COLÒNIES D'AEROBIS: $m=5 \times 10^5\text{ufc/g}$ $M=5 \times 10^6\text{ufc/g}$

m : Resultat satisfactori si la mostra té un nombre de bacteris igual o menor a m

Tal i com es representa al gràfic, només s'hi presenten colònies roses en el medi d'agar cromogènic, les quals cal remarcar que no són dades d'interès.



Per tant, els resultats anteriors ens indiquen l'aptitud pel consum humà de la mostra 3, ja que en absolutament tots els barems es troba dins els marges legals.

Finalment, analitzarem els resultats de la mostra 4.

MOSTRA 4 (5è dia)				
Cultiu	Dissolució	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	-1	0	0	0
	-1	0	0	0
PCA (mesòfils aeròbics)	-2	0	0	0
	-3	0	0	0
	-4	0	0	0
	-5	0	0	0

MOSTRA 4 (5è dia)				
Cultiu	Variants	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	1	0	0	0
	2	0	0	0
PCA (mesòfils aeròbics)	1	0	0	0
	2	0	0	0
	3	0	0	0
	4	0	0	0

COLÒNIES D'E.COLI: m=50ufc/g M=500 ufc/g

COLÒNIES D'AEROBIS: m=5X10⁵ufc/g M=5X10⁶ufc/g

m: Resultat satisfactori si la mostra té un nombre de bacteris igual o menor a m

El gràfic ho diu tot: no s'hi presenta absolutament ni una colònia.



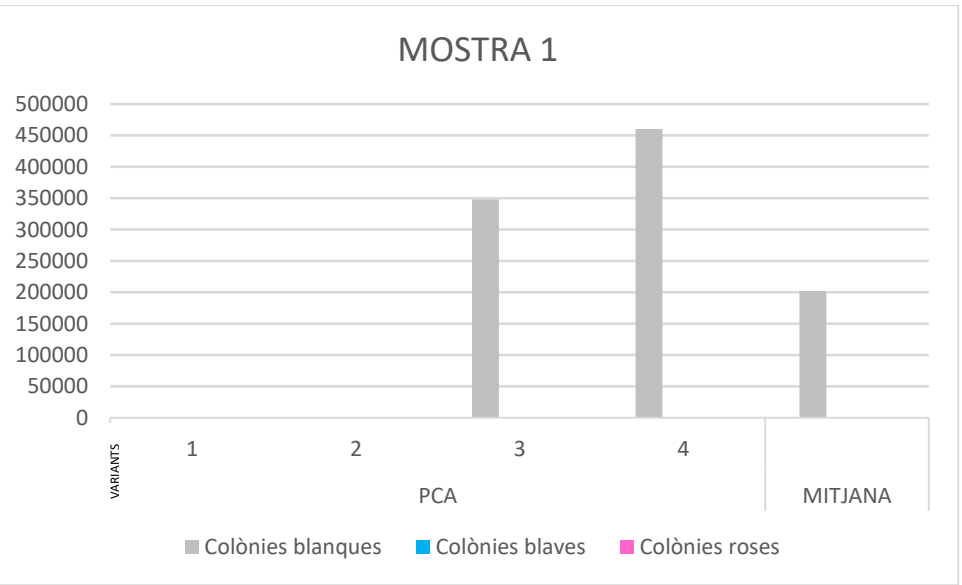
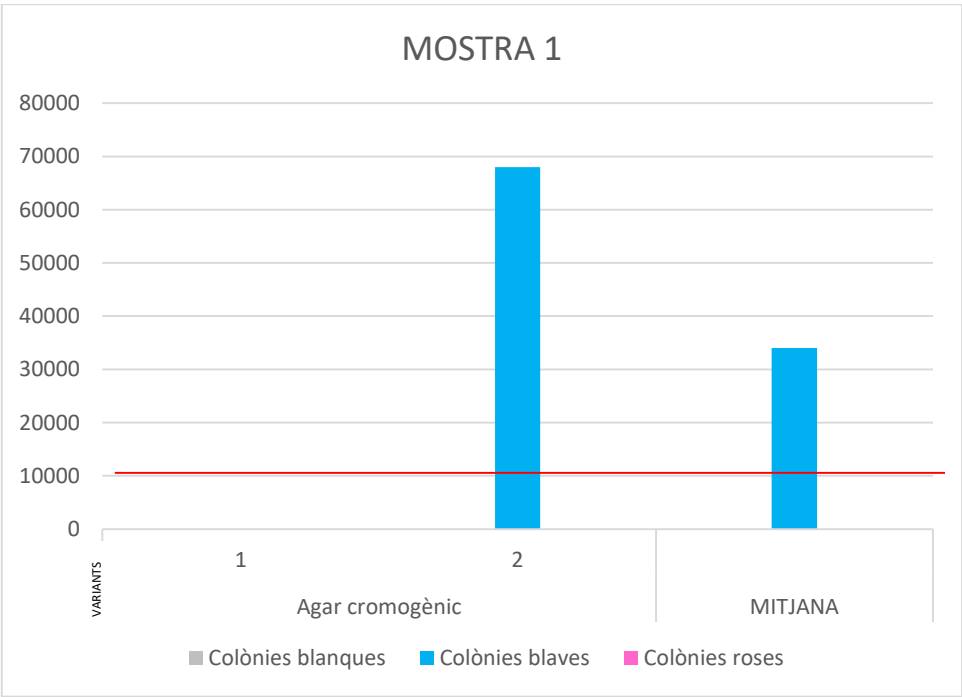
Per tant, els resultats ens mostren amb claredat l'aptitud de la mostra pel consum humà, ja que tots els valors obtinguts són 0 i per tant no hi ha ni una sola variable que estigui per sobre del límit satisfactori (m), fet que ens mostra que és perfectament apta. A més, destaquem que està fregant la perfecció i que hauria d'haver obtingut una puntuació més elevada.

SEGON ANÀLISI

MOSTRA 1 (8è dia)				
Cultiu	Dissolució	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	-1	0	I	I
	-2	I	680	0
PCA (mesòfils aeròbies)	-1	I	0	0
	-2	I	0	0
	-3	348	0	0
	-4	46	0	0

MOSTRA 1 (8è dia)				
Cultiu	Variants	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	1	0	I	I
	2	I	68000	0
PCA (mesòfils aeròbies)	1	I	0	0
	2	I	0	0
	3	348000	0	0
	4	460000	0	0

COLÒNIES D'E.COLI: m=50ufc/g M=500 ufc/g
 COLÒNIES D'AEROBIS: m=5X10⁵ufc/g M=5X10⁶ufc/g
 m: Resultat satisfactori si la mostra té un nombre de bacteris igual o menor a m



Al igual que en el primer anàlisi i tal i com podem veure representat tant en el gràfic com en les taules, aquesta mostra obté un valor fora dels marges legals. Considerant que aquest valor és molt més elevat que el màxim permès i a causa de les nombroses plaques amb colònies incontables, així com altres valors fregant el límit permès, acabarem determinant la mostra 1 com a no apta pel consum humà.

Tot seguit, trobem a la mostra 2.

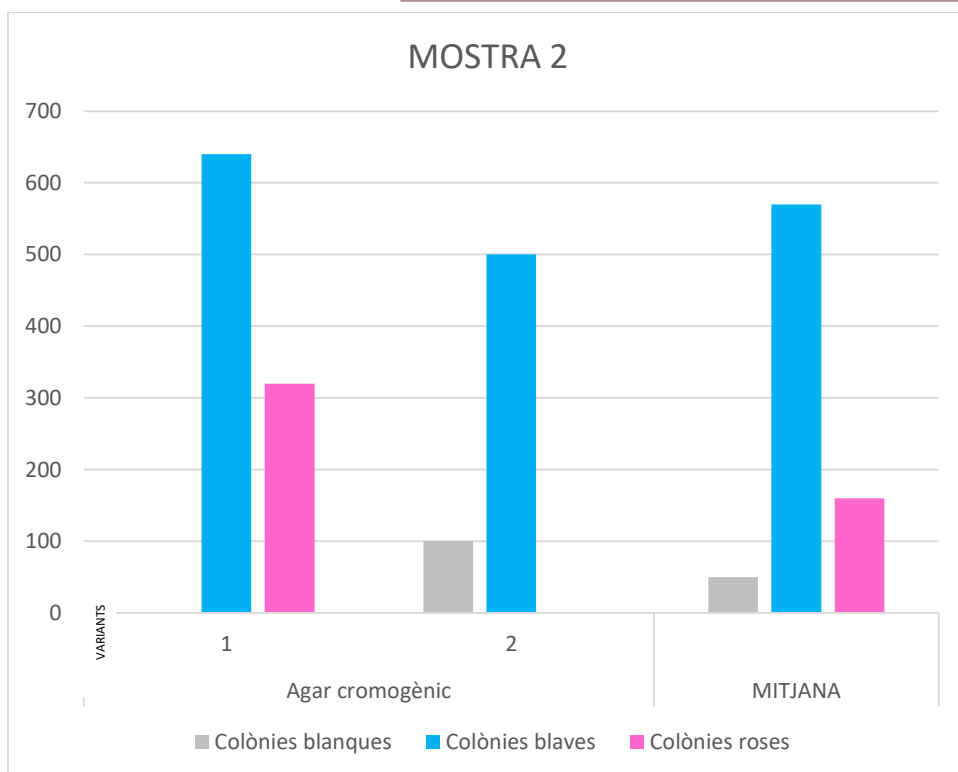
MOSTRA 2 (7è dia)				
Cultiu	Dissolució	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	-1	0	64	32
	-2	1	5	0
PCA (mesòfils aeròbics)	-1	I	0	0
	-2	Massa gegant	0	0
	-3	3	0	0
	-4	3	0	0

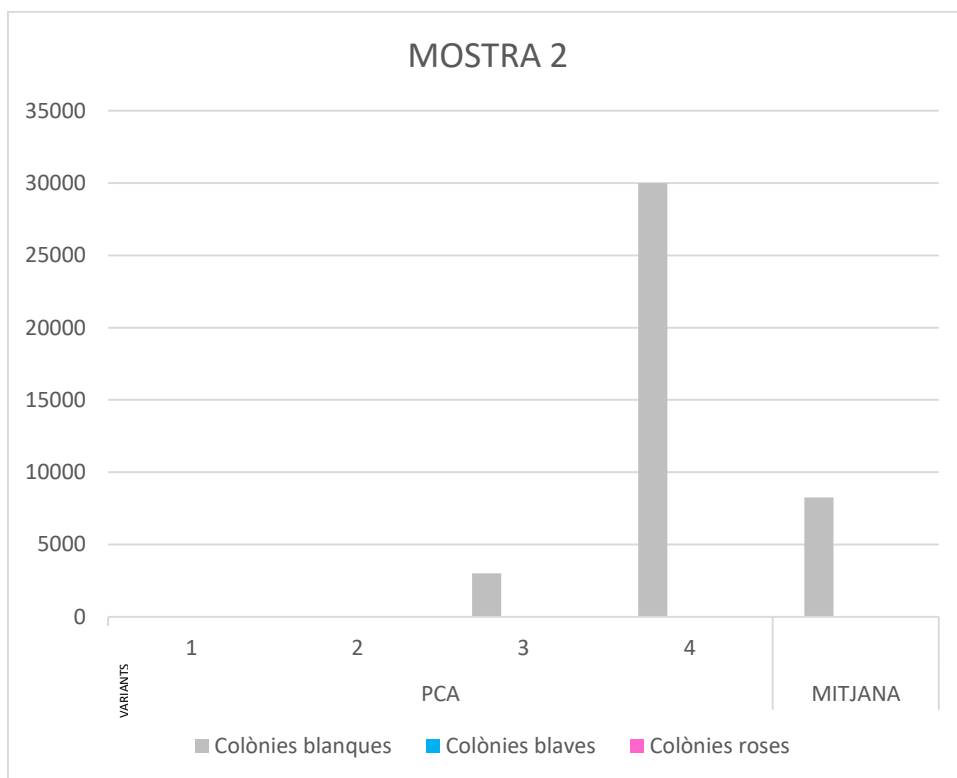
MOSTRA 2 (7è dia)				
Cultiu	Variants	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	1	0	640	320
	2	100	500	0
PCA (mesòfils aeròbics)	1	I	0	0
	2	Massa gegant	0	0
	3	3000	0	0
	4	30000	0	0

COLÒNIES D'E.COLI: m=50ufc/g M=500 ufc/g

COLÒNIES D'AEROBIS: m=5X10⁵ufc/g M=5X10⁶ufc/g

m: Resultat satisfactori si la mostra té un nombre de bacteris igual o menor a m





Les anteriors taules i gràfic ens mostren que es presenta un valor fora dels marges legals.

Ara bé, cal tenir en compte que una carn no és òptima per al consum i al moment següent deixa de ser-ho. Per altra banda, donat que només és una única placa, que està molt prop del màxim i que al primer anàlisi de la mostra analitzada al 7é dia totes les plaques estan dintre dels límits legals, podem suposar que pot haver tingut lloc una petita contaminació. De totes formes si la legislació dicta que de 5 mostres, dues poden superar les 500 ufc/g, si de 4 plaques una sobrepassa els límits podem seguir considerant que la mostra 2 seguiria sent apta per al consum.

Seguidament, estudiarem els resultats obtinguts en l'anàlisi microbiològic de la mostra 3.

MOSTRA 3 (6è dia)				
Cultiu	Dissolució	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses

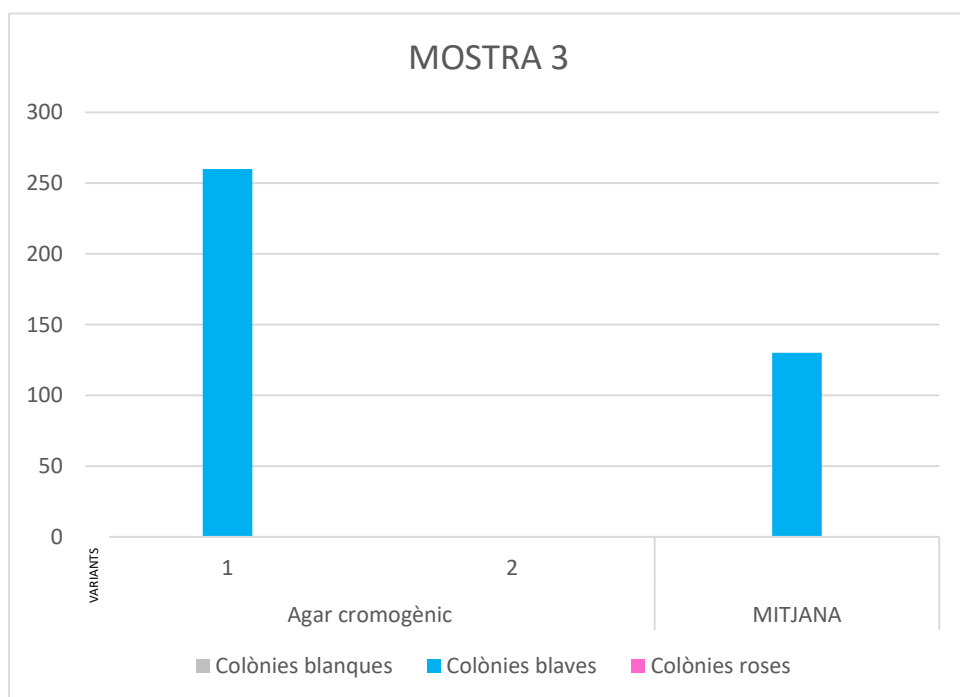
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	-1	0	26	I
	-2	0	I	I
PCA (mesòfils aeròbies)	-1	I	0	0
	-2	193	0	0
	-3	159	0	0
	-4	6	0	0

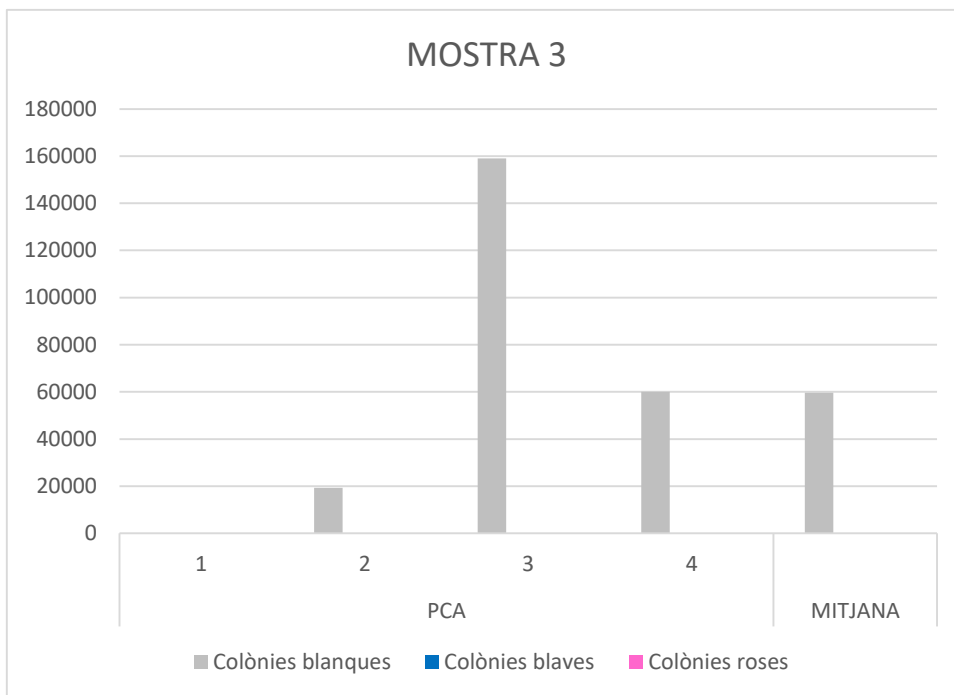
MOSTRA 3 (6è dia)				
Cultiu	Variants	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	1	0	260	I
	2	0	I	I
PCA (mesòfils aeròbies)	1	I	0	0
	2	19300	0	0
	3	159000	0	0
	4	60000	0	0

COLÒNIES D'E.COLI: m=50ufc/g M=500 ufc/g

COLÒNIES D'AEROBIS: m=5X10⁵ufc/g M=5X10⁶ufc/g

m: Resultat satisfactori si la mostra té un nombre de bacteris igual o menor a m





Tal i com podem veure representat al gràfic anterior i com les taules ens reflecteixen, aquesta mostra estarà dins els marges legals en tots els casos. Per tant, la mostra 3 a l'igual que al primer anàlisi serà considerada com a apta pel consum humà.

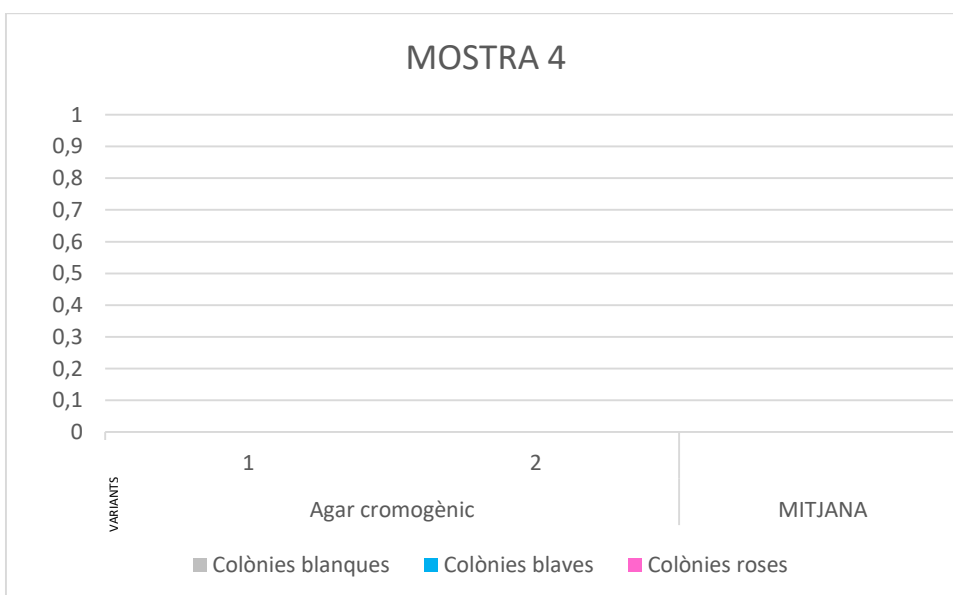
Finalment, analitzarem els resultats obtinguts en la mostra 4, la qual es trobava al seu 5è dia després de la compra.

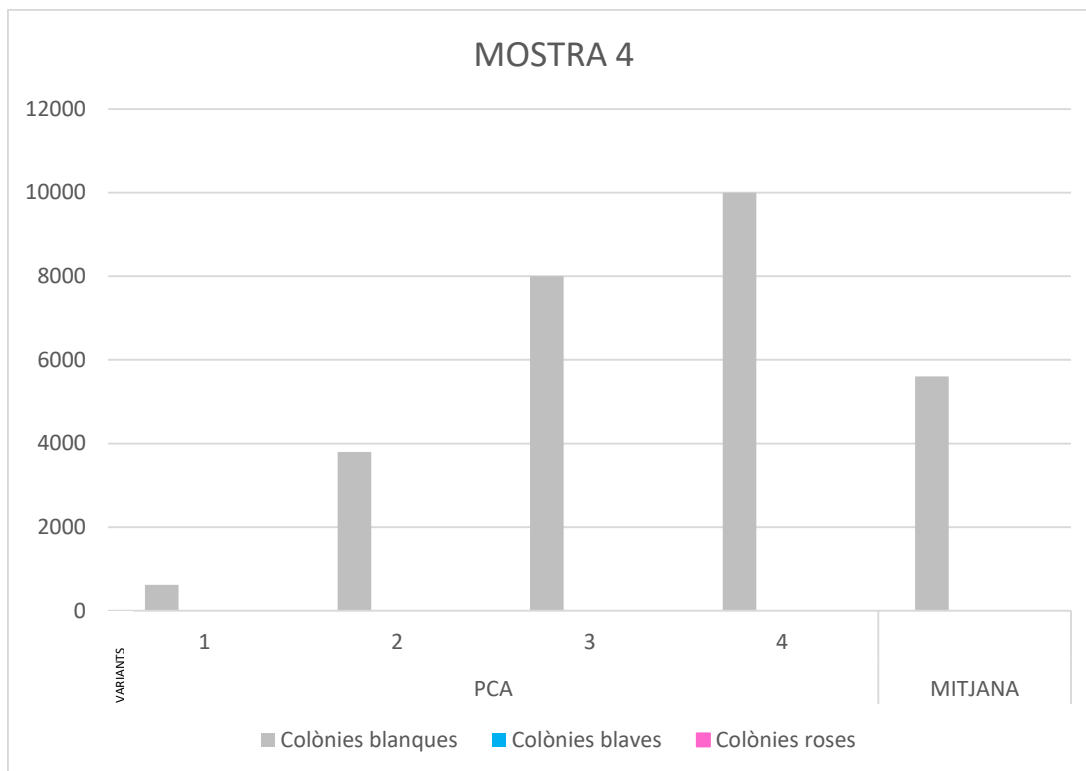
MOSTRA 4 (5è dia)				
Cultiu	Dissolució	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	-2	0	0	0
	-3	0	0	0
PCA (mesòfils aeròbics)	-1	62	0	0
	-2	38	0	0
	-3	8	0	0
	-4	1	0	0

MOSTRA 4 (5è dia)				
Cultiu	Variants	Colònies blanques	Colònies blaves	Colònies roses
Agar cromogènic (<i>E.coli</i>)	1	0	0	0
	2	0	0	0
PCA (mesòfils aeròbies)	1	620	0	0
	2	3800	0	0
	3	8000	0	0
	4	10000	0	0

COLÒNIES D'E.COLI: m=50ufc/g M=500 ufc/g
 COLÒNIES D'AEROBIS: m=5X10⁵ufc/g M=5X10⁶ufc/g

m: Resultat satisfactori si la mostra té un nombre de bacteris igual o menor a m





La mostra 4 ha obtinguts uns resultats positius en tots els aspectes ates que no supera cap límit legal en cap dels casos. Consegüentment, serà considerada com a apta pel consum humà, a l'igual que en el primer anàlisi.

6.3- Valoració de la utilitat dels compostos indicadors

El següent i últim pas va ser analitzar els resultats obtinguts del nostre complex bioindicador a partir de fotografies que vam prendre de cada una de les 4 mostres i dels 2 patrons cada dia durant 9 dies.

Així doncs, les imatges exposades a continuació ens mostraran el possible canvi de color dels diferents indicadors (tant als pouets com al paper de filtre), de tal manera que puguem comprovar la seva utilitat per a determinar la qualitat microbiològica de cada mostra.

Hem de tenir en compte que segons els dos anàlisis microbiològics realitzats, i tal i com s'ha exposat anteriorment, les mostres comencen a no ser aptes pel consum humà a partir del dia 7. Per aquest fet, la finalitat d'estudiar els viratges de color dels compostos residirà en trobar-ne un que s'ajusti al fi de la vida útil de l'aliment, en altres paraules que canviï de color al 7è dia.

No obstant, abans d'avaluar el possible canvi dels respectius indicadors de cada mostra, s'ha de determinar si el suposable viratge ha estat influït per algun altre factor que no sigui l'estat microbiològic d'aquesta. Per aquest motiu, vam decidir estudiar dos mostres patrons les quals van ser sotmeses a les mateixes condicions que les altres; és a dir: van ser ben tancades amb paper de film i conservades en la mateixa temperatura durant el període de temps màxim que havíem decidit (9 dies) .En les dues hi havia els mateixos indicadors, tant en pouets com en tires de paper de filtre. En la primera no hi havia cap altre element, per si era la pròpia degradació dels indicadors el que provocava el canvi de color i en la segona hi vam disposar un pot amb aigua, tractant així de descartar que el viratge de color es degués a la humitat ambiental, és a dir a l'acumulació de vapor d'aigua dintre del recipient.

De fet, cal destacar que aquest experiment el vam realitzar en dues ocasions diferents. En la primera prova, però, se'ns van presentar vèries dificultats. Per una banda, el sistema de tancament de film va resultar ineficaç en dues de les mostres ja que hi havia obertures pels laterals. D'altra banda, les mostres ben tancades van acabar entelant-se atès que era paper de film normal i no pas anti-baf.



Mostra mal tancada

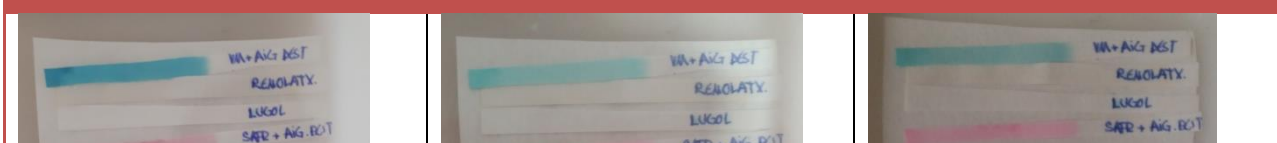


Mostra amb presència de baf

Per aquest motiu, vam decidir repetir l'experiment corregint els errors previs: vam sistematitzar el sistema de tancament de la mostra i el film que vam utilitzar era film anti-baf.

Així doncs, posteriorment es mostraran els resultats del segon experiment. Els compostos que hagin canviat de color de manera significativa seran senyalats amb un requadre per a que sigui visible. Aquells que presentin canvis graduals no, ja que el canvi ha de ser eloqüent per a que el consumidor el detecti, sinó estaria en perill de contraure una intoxicació.

MOSTRA PATRÓ 1: TIRES



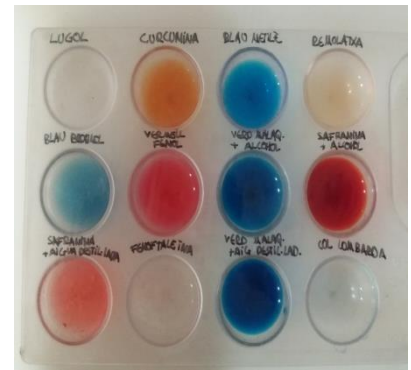
MOSTRA PATRÓ 1: POUETS



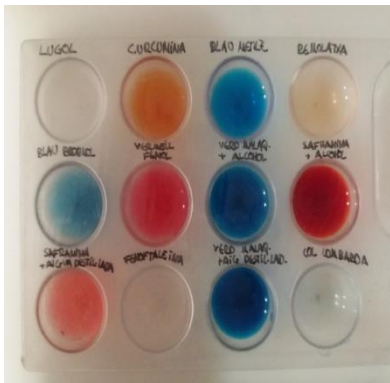
Dia 1



Dia 2



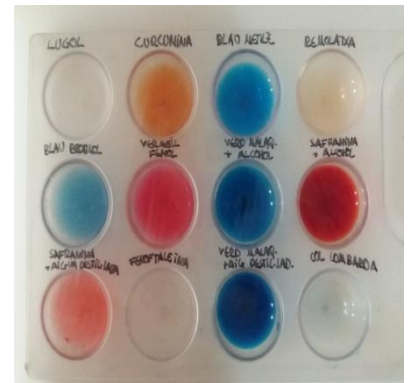
Dia 3



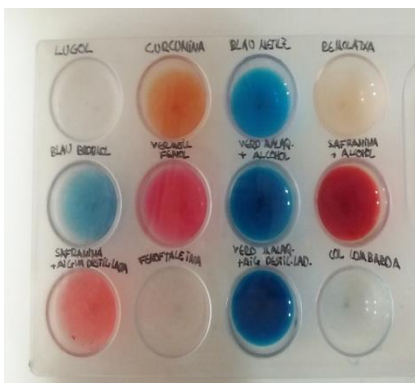
Dia 4



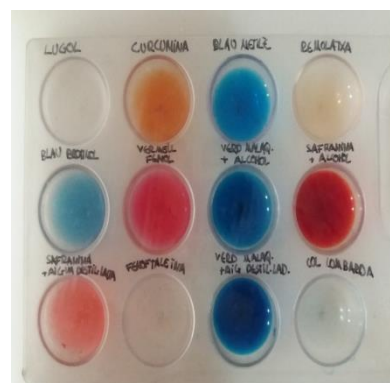
Dia 5



Dia 6



Dia 7



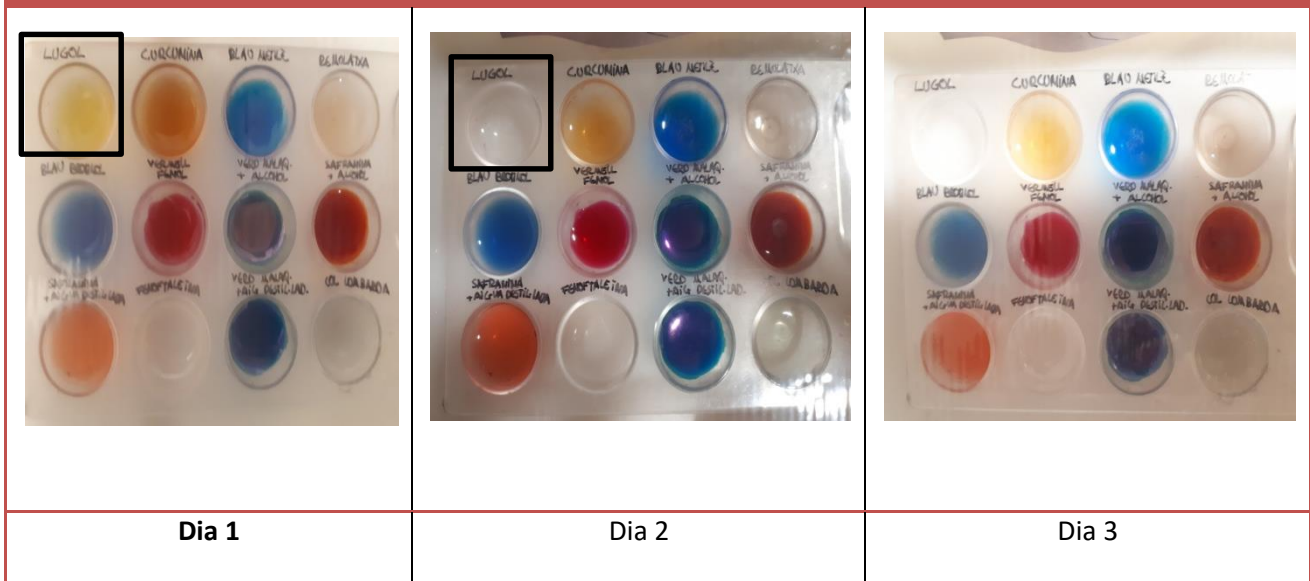
Dia 8



Dia 9

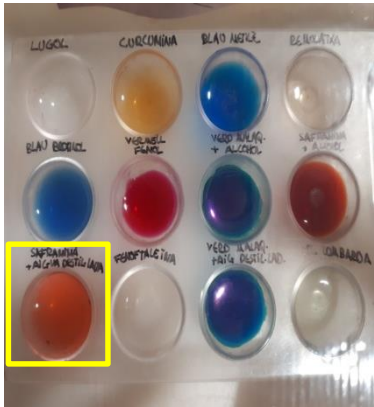
Tal i com s'ha pogut apreciar anteriorment, no hi ha cap compost que presenti un viratge de color. Així doncs, de moment els podem considerar com a útils.

MOSTRA PATRÓ 2 (AMB AIGUA): POUETS

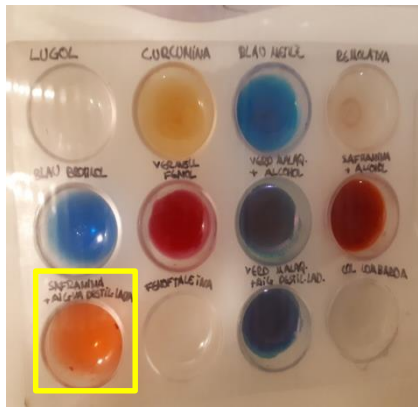


Tot i que en el cas de les tires cap dels compostos ha presentat una variació, sí que ha estat així en el cas dels pouets. Destaquem, doncs, en primer lloc, el viratge de color del lugol. Aquest compost es presentava el primer dia de color groc intens mentre que al segon ja havia virat cap a transparent (a les fotografies s'indica amb un requadre negre). En segon lloc, remarcuem el cas de la safranina amb aigua destil·lada, la qual al quart dia es presentava del seu color rosat característic però el dia 5 la seva tonalitat havia passat a ser taronja (es distingeix amb un requadre groc)

Per tant, haurem de considerar nul·la la validesa dels dos bioindicadors anteriors.



Dia 4



Dia 5



Dia 6



Dia 7



Dia 8



Dia 9

MOSTRA PATRÓ 2 (AMB AIGUA):TIRES



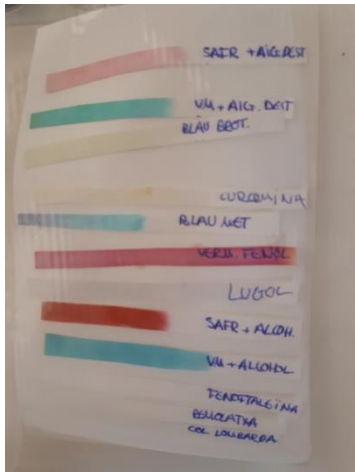
Dia 1



Dia 2



Dia 3



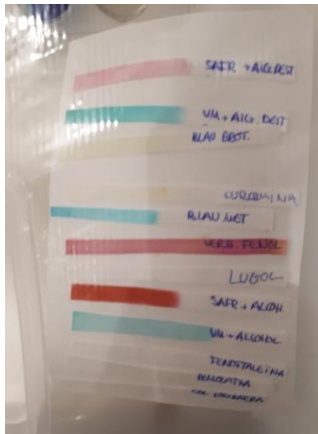
Dia 4



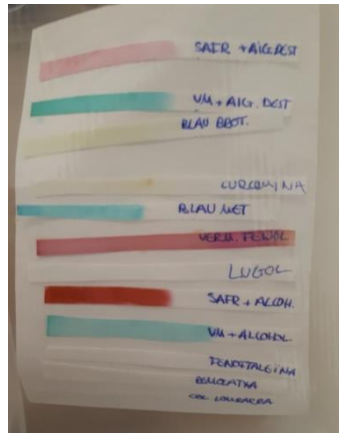
Dia 5



Dia 6



Dia 7



Dia 8



Dia 9

MOSTRA 2: Pouets

MOSTRA 3: Pouets

MOSTRA 1: Tiro



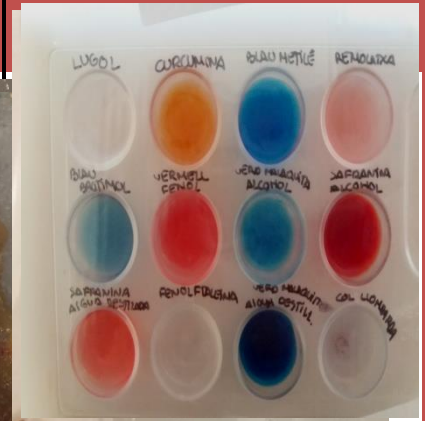
REOUKATAINA

COL LONHARADA



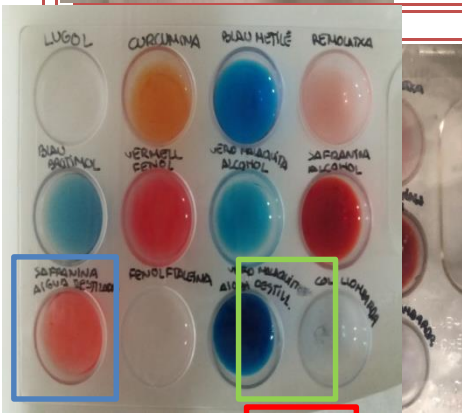
REOUKATAINA

COL LONHARADA



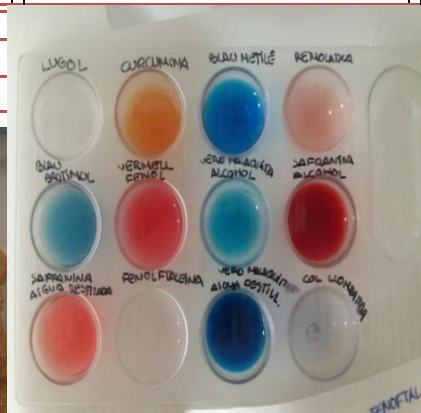
REOUKATAINA

COL LONHARADA



REOUKATAINA

COL LONHARADA



REOUKATAINA

COL LONHARADA



REOUKATAINA

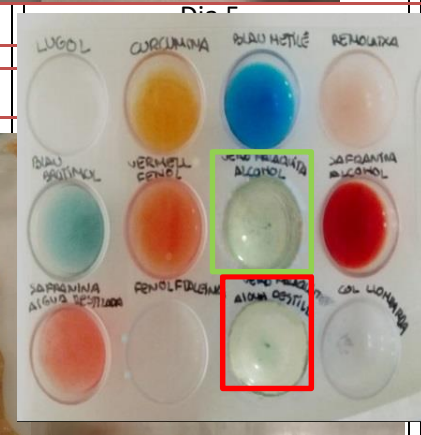
COL LONHARADA



REOUKATAINA

COL LONHARADA

Dia 7



REOUKATAINA

COL LONHARADA

Dia 8



REOUKATAINA

COL LONHARADA

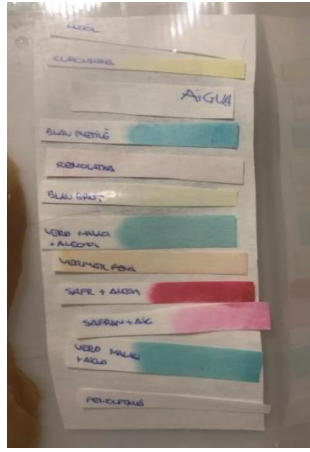
Dia 9

Dia 9

MOSTRA 2: Tires



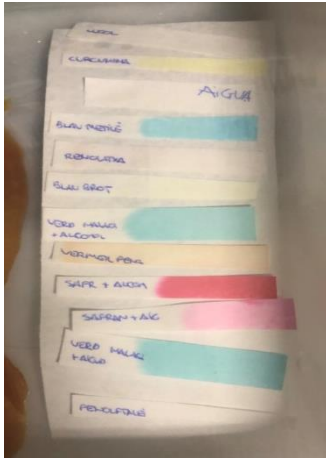
Dia 1



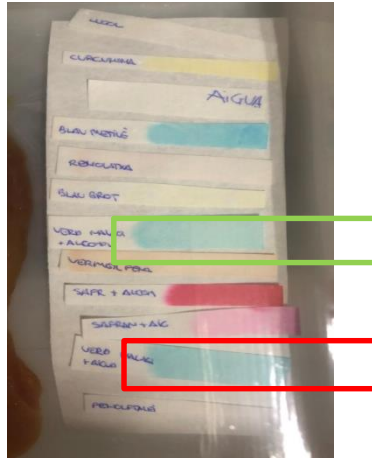
Dia 2



Dia 3



Dia 4



Dia 5



Dia 6



Dia 7



Dia 8



Dia 9

MOSTRA 3: Tires



Dia 1



Dia 2



Dia 3



Dia 4



Dia 5



Dia 6



Dia 7



Dia 8



Dia 9

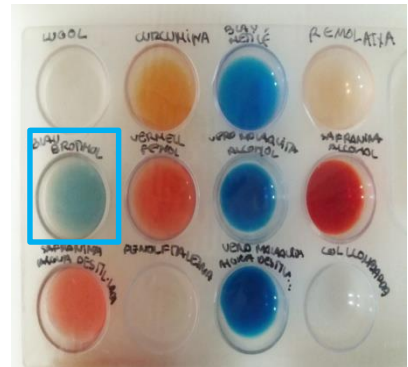
MOSTRA 4: Pouets



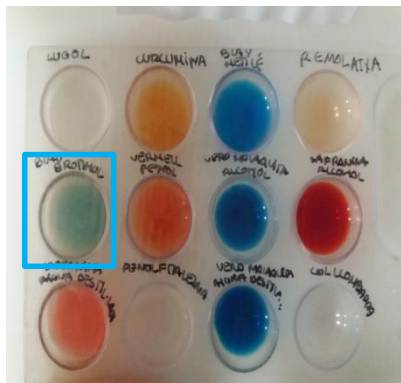
Dia 1



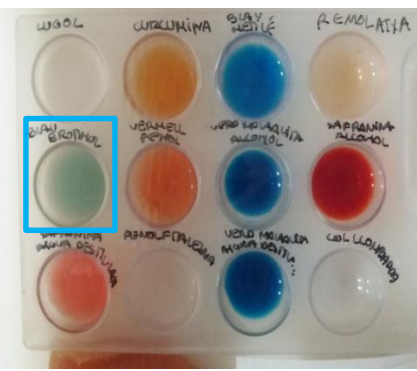
Dia 2



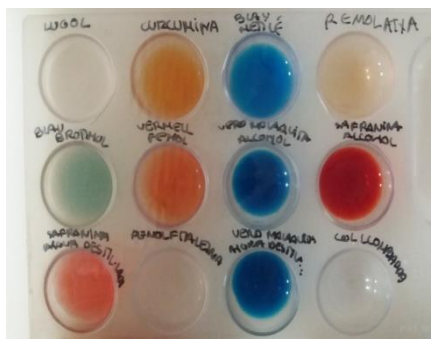
Dia 3



Dia 4



Dia 5



Dia 6



Dia 7



Dia 8



Dia 9

MOSTRA 4: Tires



Dia 1



Dia 2



Dia 3



Dia 4



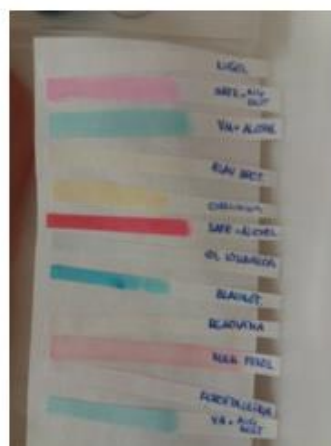
Dia 5



Dia 6



Dia 7



Dia 8



Dia 9

Finalment, després d'haver analitzat les fotografies de cada mostra anterior, vam ser capaços d'identificar la utilitat i validesa de cada compost corresponent per a la determinació de la qualitat microbiològica de la carn de pollastre.

El primer compost a estudiar és el lugol. A l'haver presentat una variació en una de les mostres patró, l'hem considerat nul i per tant no el tindrem en compte.

En segon lloc, trobem la curcumina. Aquest bioindicador natural es presenta, en el cas dels pouets, en un primer moment de color taronja intens. En les mostres 1 i 2 al segon dia ha perdut

intensitat i al tercer dia ja s'identifica de color groc. Distingim una pèrdua progressiva de vivesa en el color fins que entre els dies 5 i 6 ja s'ha estabilitzat en un to pàl·lid. En canvi, en la mostra 3, aquesta tonalitat taronja intensa no varia fins al 7è dia, quan ja es troba de color groguenc.

No obstant, en la mostra 4 es manté gairebé constant al llarg del pas dels dies.

En el cas de les tires de paper de filtre, podem apreciar que el dia 1 es troba d'un color groguenc poc intens, el qual va perdent vivesa durant el transcurs dels dies però no de manera significativa.

Per tant, aquest indicador no seria útil per a la nostra investigació.

Seguidament, estudiarem el cas del blau de metilè. Respecte als pouets, i en les quatre mostres, s'aprecia una lleugera diferència de color entre el primer i l'últim dia: el dia 1 es presenta de color blau fosc molt intens mentre que el dia 8 segueix sent d'un color blau però més clar i macilent. És a dir, es va perdent de manera molt feble la vivesa, però tan sols s'acaba apreciand una diferència molt feble.

En les tires, tampoc hi ha un canvi marcat ja que és va empal·lidint lleugerament però no de manera suficient atès que gairebé no es visualitza diferència.

En definitiva, aquest compost no ens serà útil per a arribar al nostre objectiu en cap dels casos.

En quart lloc, examinarem el viratge de color de la remolatxa. De manera general, en el cas dels pouets, el primer dia es presenta de color rosat, encara que en la mostra 1 es presenta amb una tonalitat més vermellosa. En les mostres 1,2 i 3, durant el transcurs dels dies va minvant cap a rosa pàl·lid fins a apreciar-se un canvi important a partir d'entre els dies 6 i 7, en el qual l'indicador natural s'estabilitza en un color entre rosa i transparent. En la mostra 4, però, es manté igual que el primer dia.

Considerant les tires, veiem que en tots els casos el primer dia és d'un color rosa molt apagat però que el segon ja ha virat a transparent.

Així doncs, aquest compost podria ser útil en el cas dels pouets, (ja que ha canviat en 3 dels 4 casos), però no en el de les tires.

A continuació, ens fixarem amb el blau de brotimol. Aquest indicador es caracteritza per tenir un color blau intens tal i com el seu nom indica, i és així com el trobem al primer dia en el cas dels pouets. No obstant, el seu estat durant els dies posteriors variarà depèn la mostra. En les mostres 1 i 2, al segon dia ha perdut vivesa i té un color blau-verdós. Al dia 3 ja ha virat completament cap a verd, el qual va perdent intensitat al transcórrer els dies i acaba arribant a l'últim totalment verd clar. En les mostres 3 el compost presenta un canvi més feble en els dies primerencs i en la mostra 4 vira cap a blau més clar amb tonalitat verdosa entre els dies 6 i 7.

En el cas de les tires, el primer dia ja es presenta d'un color verd clar-groguenc (en les mostres 3 i 4, gairebé inapreciable) i al segon ja es troba completament groc. No virarà més durant l'experiment i arribarà a l'últim dia amb aquest mateix color.

En darrera instància, aquest compost no ens serà útil atès que, respecte els pouets, no hi ha unanimitat en els resultats, i fent referència a les tires de paper de filtre, el seu viratge de color és abans del necessari en tots els casos.

Tot seguit, descriurem el cas del vermell de fenol. Cal destacar que també hi ha una heterogeneïtat en els resultats. En els pouets, i en totes les mostres, el dia 1 es troba marcat per un vermell molt viu. En el cas de la mostra 1, aquesta tonalitat s'anirà enfosquint fins al dia 3 quan virarà cap a vermell clar fins que entre el 5è i el 6è dia haurà canviat a un color totalment marronós. No obstant, cal destacar que al 8è i 9è dia tornarà a adoptar un color vermell inclús semblant a l'inicial. En la mostra 2, el segon dia ja haurà virat cap a un color més ataronjat. El dia 3, però, ja és completament taronja i mantindrà l' esmentada tonalitat la resta de dies, encara que s'anirà aclarint lleugerament. En la tercera mostra, aquest indicador virarà cap a una tonalitat més ataronjada el dia 7 mentre que la mostra 4 es mantindrà gairebé constant en tot l'experiment.

Fixant-nos en les tires, veiem que en la mostra 1 al primer dia tindrà un color taronjós fins els dies 7è i 8è en els que adoptarà una tonalitat vermella. En la mostra 2, al primer dia tindrà un color rosat i al segon ja haurà virat cap a taronja. Tanmateix, en les mostres 3 i 4 s'hi accentuarà una monotonia en la tonalitat, ja que mantindrà el color vermell apagat fins finalitzar l'experiment en ambdós casos.

Així doncs, aquest compost no es podrà considerar útil a causa de la divergència en els resultats.

El següent compost a estudiar serà la dissolució de verd malaquita i alcohol. Respecte als pouets i en la totalitat de les mostres, el primer dia es presenta d'un color verd-blau molt intens. Al dia 2, perd de manera molt significativa la vivesa, presentant-se així, de color verd-blau més clar. El següent canvi d'interès succeeix entre els dies 7 i 8, on el compost es torna completament pàl·lid.

No obstant, en la mostra 4 no s'han obtingut els mateixos bons resultats que en la resta de mostres.

En el cas de les tires, l'indicador es compon d'un color molt intens fins aproximadament el segon o tercer dia, on deixa de ser tan viu. Tanmateix, el canvi eloqüent es produeix el dia 7 on es converteix en pàl·lid de manera dràstica en les mostres 1 i 2 i més gradualment en la mostra 3. En la mostra 4, es torna

a presentar una divergència en els resultats atès que no es presenta cap viratge en absolut.

Aquests canvis estan remarcats en requadres de color verd.

En definitiva, aquest indicador ha presentat bons resultats tant en el cas dels pouets com en el de les tires de paper de filtre, en tres de les quatre mostres. Així doncs, podem afirmar a que és un bon camí per seguir-hi treballant.

En vuitè lloc descriurem el possible viratge de la dissolució de safranina i alcohol. Cal remarcar que aquest compost presenta uns resultats homogenis en totes les mostres. En el cas dels pouets, aquest compost no té en absolut cap canvi de color: comença essent de color vermell molt intens el primer dia i és així com el trobem l'últim.

Fent referència a les tires, podem observar que ocorre igual que en els pouets, no hi ha cap alteració en absolut.

Per aquest motiu, no serà gens útil per assolir el nostre objectiu.

Seguidament, ens trobem la safranina amb aigua destil·lada. A l'haver presentat una variació en la mostra patró 2 la seva fiabilitat ha caigut en picat i no la podem tenir en compte a l'hora d'estudiar els compostos.

A continuació, examinarem el cas de la fenolftaleïna. Aquest compost, ja transparent el primer dia, no presenta cap variació en tot el curs de l'experiment ni en el cas dels pouets ni en el de les tires. Així doncs, donat que no hi ha cap viratge de color, el descartarem dels possibles indicadors aprofitables.

En onzè lloc trobem a dissolució de verd malaquita i aigua destil·lada. En els pouets, es presenta d'un color blau molt viu el primer dia, encara que s'aclareix arribats al segon dia. No obstant, entre els dies 7 i 8 s'hi visualitza un canvi molt

significatiu: està gairebé transparent. Cal destacar que en el cas de la mostra 4 aquest viratge no succeeix.

En el cas de les tires veiem que el canvi més eloqüent es produeix el dia 7, on, vira de blau a una feble tonalitat blavosa gairebé transparent. No obstant, ni en les mostres 3 ni en la 4 aquest viratge es produeix.

Aquests viratges estan marcats amb un requadre vermell.

Per tant, aquest compost és una bona línia de futur per la qual seguir treballant, essencialment en el cas dels pouets en el que el viratge s'ha presentat en el 75% dels casos.

En darrer lloc, trobem a la col llombarda. Aquest bioindicador natural, també respon a les condicions en les quals està sotmès de la mateixa manera en totes les mostres. En el cas dels pouets, es presenta amb una tonalitat lleugerament blavosa el primer dia. Al segon, però, ja ha minvat cap a un color blau-lilós gairebé transparent i es queda en aquesta tonalitat la resta de dies. En el cas de les tires, comença apreciand-se un feble color blau-lilós que desapareix ja al segon dia i no es tornen a produir cap mena de canvis. Per tant, aquest compost tampoc ens serà útil en la nostra investigació.

7.-Conclusions

7.1-Hipòtesi número 1

Dels resultats de les enquestes podem extraure la idea de que la gran majoria dels enquestats qualificaven com adient per al consum la carn comprada feia 5 dies, però reconeixien com no apta la resta de mostres, és a dir les comprades els dies 6é, 7é i 8é.

Per altra banda, dels resultats microbiològics podem arribar a la conclusió que la carn de pollastre comença a superar els límits legals transcorregut el dia 7, evidentment les nostres dades constaten que la transformació en carn no apta per al consum es progressiva.

Per tant, concloem que la gent detectava com dolenta mostres en bon estat, concretament les del 6é i 7é dia. Podem així afirmar que la nostra hipòtesi inicial és correcta, es a dir, la població tendeix a llançar productes alimentaris en bon estat microbiològic basant-se en la seva percepció organolèptica.

7.2.-Hipòtesis número 2

Després de realitzar l'experimentació adient per observar el comportament dels indicadors, vam obtenir resultats força positius.

Els indicadors situats als pouets que van reaccionar i per tant, van canviar de color el 7é dia després de la compra van ser el verd malaquita amb aigua destil·lada, el verd malaquita amb alcohol i la remolatxa.

Tan el verd malaquita amb aigua destil·lada com amb alcohol, van virar decolor en les mostres 1,2 i 3 indicant-nos així la seva utilitat. En la mostra 4 no es va produir cap canvi degut a una possible fuga de gasos.

Respecte a la remolatxa, vam obtenir exactament els mateixos resultats que el compost anterior però el color va virar entre el dia 6 i 7.

Per últim les tires només van funcionar amb el verd malaquita tan amb aigua destil·lada com amb alcohol però només va virar de color en el 50%. de les mostres (mostra 1 i 2).

Per tant, podem concloure que la nostra segona hipòtesi inicial és certa. És a dir, la utilització de determinats compostos químics són indicatius de la qualitat

microbiològica real d'un aliment i per tant, és possible la creació d'un dispositiu bioindicador de l'aptitud d'un producte pel consum humà

8.-Perspectives de futur

Tenint en compte resultats de la nostra investigació, en un futur voldríem ampliar el nombre de compostos i fer una comparativa a gran escala per veure quin es el més eficaç. Tanmateix, seguiríem treballant amb els indicadors que ja hem utilitzar i han donat bons resultats per tal de perfeccionar el mètode.

També ens interessaria ampliar la aplicació d'aquest bioindicador a altres tipus de carns i aliments.

Per altra banda, amb el complex bioindicador perfeccionat, ens agradaria crear un envàs el qual porti incorporat aquest sistema de determinació de l'estat dels aliments.

Finalment, el nostre treball s'ha desenvolupat amb la data de caducitat com a referència però a llarg termini voldríem desenvolupar aquest mètode amb la data de consum preferent com a referència, ajudant així a reduir poc a poc el problema del malbaratament.

9.-Ressenyes bibliogràfiques

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1331&from=ES>
- [http://www.sanipes.gob.pe/archivos/biblioteca/N_29_Reglamento_\(UE\)_N_1441_2007_que_modifica_2073_2005_criterios_microbiologicos.pdf](http://www.sanipes.gob.pe/archivos/biblioteca/N_29_Reglamento_(UE)_N_1441_2007_que_modifica_2073_2005_criterios_microbiologicos.pdf)

- https://europa.eu/european-union/about-eu/institutions-bodies/european-commission_es
- http://coli.usal.es/web/criterios/criterios_micro/criterios_micro/pdf/1086_2011.pdf
- https://doc-04-6c-apps-viewer.googleusercontent.com/viewer/secure/pdf/os1hsfad0get18tttloIn409j1g69am/qadl05062gds8pd9el8i0n586nmevm6f/1530521475000/drive/10820620501105705959/ACFrOgA6rSRoNENIGMU-SII2amplaXI1jS57NOfSJ0ikkU7pg52p57y6vF1P3KvcCYioZDB47sWQndnPKKBLZmHWPceBqrZ6N7tdl0R_qLZmrvC9Yv0RfHdgzaCHZ8=?print=true&nonce=ts8o9c3h9dang&user=10820620501105705959&hash=ldic58cn5pnud457u1d3k8mllkhsukpc
- https://ca.wikipedia.org/wiki/Additiu_alimentari
- http://acsa.gencat.cat/ca/seguretat_alimentaria/seguretat_alimentaria_per_temes/enzims_alimentaris/
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Aromatizante>
- <https://ca.wikipedia.org/wiki/Ramaderia>
- <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/glosario.html>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad_formadora_de_colonias
- ftp.asturias.es/sicopa/SRAYA/CURSOS/2016_CURSO%20TM/2-Muestreo%20de%20productos%20alimenticios-1.pdf
- http://www.anmat.gov.ar/portafolio_educativo/pdf/cap11.pdf
- <http://alimentosdemetal.blogspot.com/2009/05/carnes-composicion-cortes-y-reacciones.html>
- <https://www.monografias.com/trabajos72/putrefaccion-proceso-descomposicion-organica/putrefaccion-proceso-descomposicion-organica2.shtml>
- <https://habitualmente.com/infografia-desperdicio-comida/>
- <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/es/>
- https://www.mapama.gob.es/es/alimentacion/temas/estrategia-mas-alimento-menos-desperdicio/Definiciones_cifras.aspx
-

- http://www.anmat.gov.ar/renaloea/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_Vol_III.pdf
- <https://www.invima.gov.co/procesos/archivos/ASS/ESA/ASS-ESA-DI153.pdf>
- <http://www.enac.es/documents/7020/78b3239e-6085-4449-ae10-eff2499081cb>
- <http://prodcarn.blogspot.com/2012/06/principales-enfermedades-producidas-por.html>
- <https://medlineplus.gov/spanish/foodborneillness.html>
- http://produccion-animal.com.ar/produccion_aves/enfermedades_aves/90-enfermedades.pdf
- <http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/16/18/00001/AN09900.pdf>
- <https://www.eluniverso.com/2012/09/10/1/1384/aves-causan-mas-5-males-humanos.html>
- http://www.madrimasd.org/blogs/salud_publica/2009/03/15/114506
- https://www.compromisorse.com/upload/noticias/009/9053/guia_malbaratament.pdf
- https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/sociedad/2017/12/19/espana-septimo-pais-europeo-comida-tira-basura/0003_201712G19P30992.htm
- <http://www.ift.org/knowledge-center/learn-about-food-science/food-facts/the-difference-between-useby-sellby-and-bestby-dates.aspx>
- <https://liferhacker.com/how-food-manufacturers-pick-expiration-dates-and-what-t-1782752993>
- <https://nollencemnimica.wordpress.com/quina-diferencia-hi-ha-entre-data-de-caducitat-i-consum-preferent/>
- <https://www.comerc.ad/consells-consum/239-diferencia-entre-data-de-caducitat-i-consum-preferent>
- <https://theconversation.com/how-do-food-manufacturers-pick-those-dates-on-their-product-packaging-and-what-do-they-mean-60591>
- <https://www.ers.usda.gov/data-products/?topicid=14835>

-
- <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/5298/text>
- https://www.washingtonpost.com/news/food/wp/2016/05/19/the-simple-labeling-update-that-could-prevent-millions-of-tons-of-food-from-going-in-the-trash/?noredirect=on&utm_term=.8a200c78ca79
- <http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/16/18/00001/AN09900.pdf>
- https://www.elespanol.com/ciencia/salud/20180814/alerta-alimentos-intoxicaciones-provocan/330217615_0.html
- https://elpais.com/elpais/2015/04/06/ciencia/1428331668_708802.html
-
- <https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/consumer-health/expert-answers/colloidal-silver/faq-20058061>
- <https://www.dsalud.com/reportaje/la-plata-coloidal-aniquila-mas-de-650-especies-de-microbios-patogenos-en-minutos/>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Plata_coloidal
-
- <https://www.aecoc.es/articulos/tendencias-y-retos-en-el-sector-carnico/>
- <https://thegourmetjournal.com/noticias/6-tendencias-en-alimentacion-y-bebidas-para-2018/>
- <http://www.interempresas.net/Industria-Carnica/Articulos/159009-Tendencias-y-consumo-de-productos-carnicos-procesados.html>
- <https://news.agrofy.com.ar/noticia/173812/carnicerias-tambien-marcan-tendencia>
- <http://www.interempresas.net/Gran-distribucion/Articulos/103831-Tendencias-de-consumo-en-el-mercado-carnico-espanol.html>
- <https://www.alimarket.es/alimentacion/noticia/254623/el-renacimiento-de-las-carnicerias-tradicionales>
- <http://www.agrimundo.gob.cl/?p=35275>
- <https://www.lifeder.com/fenolftaleina/#Formula>
- http://lildbi.fcm.unc.edu.ar/lildbi/tesis/frutos_maria_celia.pdf
- <http://cienciaslacoma.blogspot.com/2010/08/indicadores-ph-indicador-de-lombarda.html>

- https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/16232/Heredia_2006.pdf?sequence=1
- <https://periodicosalud.com/curcumina-que-es-para-que-sirve-propiedades-dosis-comprar/>
- <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/salmonella/symptoms-causes/syc-20355329>
- <https://medlineplus.gov/spanish/salmonellainfections.html>
- <https://ca.wikipedia.org/wiki/Electr%C3%B2lit>
- <https://www.vademecum.es/principios-activos-gentamicina-j01qb03>
- <https://medlineplus.gov/spanish/druginfo/meds/a684025-es.html>
- <https://www.ecured.cu/Sulfonamidas>
- <https://avicultura.info/colibacilosis-en-aves/>
- http://wahis2-devt.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/2.03.06.%20Tuberculosis%20aviar.pdf
- <http://www.elsitioavicola.com/publications/6/enfermedades-de-las-aves/264/tuberculosis-aviar/>
- <https://www.encyclopedia.cat/EC-GEC-0088358.xml>
- <https://medlineplus.gov/spanish/histoplasmosis.html>
- <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/recuento-de-linfocitos-cd4/>
- <https://www.cdc.gov/spanish/especialesCDC/ecoli/index.html>
- <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>
- <https://www.cdc.gov/ecoli/es/outbreaks.html>
- <https://www.cdc.gov/ecoli/outbreaks.html>
- <https://gastronomiaycia.republica.com/2015/05/21/cuantos-consumidores-leen-las-etiquetas-de-los-alimentos/>
- <https://www.bancodealimentos.es/wp-content/uploads/2017/10/Despilfarro-alimentario-2.pdf>
- http://acsa.gencat.cat/ca/seguretat_alimentaria/seguretat_alimentaria_per_temes/etiquetatge_dels_aliments/legislacio/

- <http://www.medigraphic.com/pdfs/invd/ir-2012/ir122f.pdf>
- <https://books.google.es/books?id=yYhKBgAAQBAJ&pg=PA58&lpg=PA58&dq=vermell+fenol&source=bl&ots=jR6gTqaAnK&sig=murtHeap5Gq-1BwylF6te7Tw2ew&hl=ca&sa=X&ved=2ahUKEwizzpLH4ereAhWyposKHdssDJoQ6AEwC3oECAMQAQ#v=onepage&q=vermell%20fenol&f=false>
- https://books.google.es/books?id=LFzyWzsCVIsC&pg=PA79&lpg=PA79&dq=vermell+fenol&source=bl&ots=gjG8hVNRn3&sig=RX9ma_TmPtzQWSQKqeRaWtJ7Esg&hl=ca&sa=X&ved=2ahUKEwizzpLH4ereAhWyposKHdssDJoQ6AEwCnoECAIQAQ#v=onepage&q=vermell%20fenol&f=false
- <http://www.edu365.cat/eso/muds/ciencias/ph/glossari.htm>
- <https://www.enciclopedia.cat/EC-GEC-0163783.xml>
- http://www.wikiwand.com/ca/Blau_de_metil%C3%A8
- <https://www.enciclopedia.cat/EC-GEC-0163786.xml>
- <http://www.inr.gob.mx/Descargas/bioSeguridad/VerdeDeMalaquita.pdf>
- <https://www.enciclopedia.cat/EC-GEC-0235418.xml>
- <https://es.slideshare.net/JulianOq12/consumo-de-pollo>
- <https://es.statista.com/estadisticas/564488/consumo-per-capita-de-carne-de-pollo-en-espana/>
- <http://www.rtve.es/noticias/20180925/cada-espanol-tira-basura-250-euros-comida-ano/1806040.shtml>
- https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/estrategia-mas-alimento-menos-desperdicio/definiciones_cifras.aspx
- <https://www.recytrans.com/blog/desperdicio-de-comida/>
- <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- <https://consejoaldia.com/paises-con-mayor-indice-de-obesidad/>
- https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160401_salud_paises_mas_obesos_lb
- <https://www.google.com/search?q=porcentaje+de+obesidad+en+paises+ricos&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwih57zGtOHfAhWkA>

[WMBHUHkBi0Q_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgrc=OU3vgnHQmj48l](http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/2.03.01_C_lamidiosis_aviar.pdf)

M

-
- http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/2.03.01_C_lamidiosis_aviar.pdf

10.-Agraïments

En primer lloc, volem agrair sobretot a la nostra tutora del Treball de Recerca, la nostra tutora, ja que ens ha permès dur a terme un projecte que no hauria estat

igual sense ella. En tot moment ens hem sentit acompanyades i és fonamental destacar el seu esforç i dedicació fins l'últim moment. En resum, ha estat un element incondicional per a la nostra recerca.

D'altra banda, cal reconèixer també la col·laboració de part d'alumnat, professorat i personal de l'Institut el Cairat, ja que gràcies a ells hem pogut dur a terme els anàlisis sensorials.

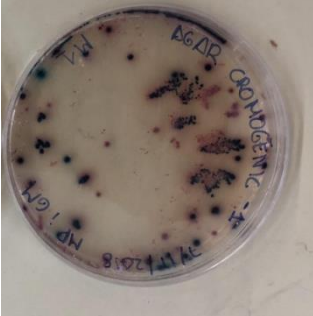
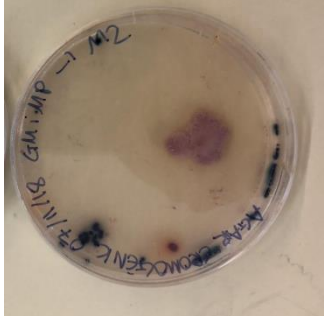

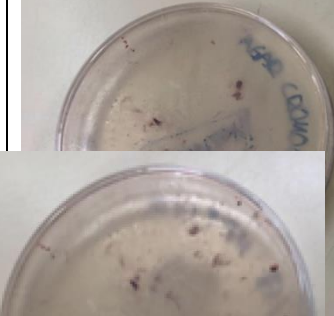
També cal remarcar l'ajut proporcionat per la llicenciada en Biologia i actual tècnica de qualitat i seguretat alimentària, Tania Quiñonero Puchau, que ens va assessorar en els procediments al laboratori i ens va proporcionar informació i un punt de vista més professional sobre el tema.

Finalment, no ens podíem oblidar d'agrair a les nostres famílies que ens hagin ajudat a poder desenvolupar tots els experiments amb èxit i ens hagin recolzat en tot moment.

11.-Annexes

11.1.-Medis de cultiu 1


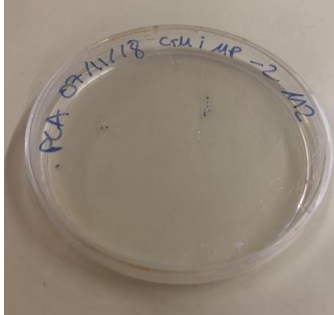
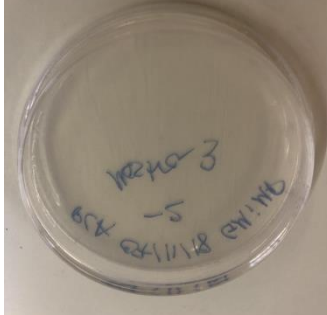
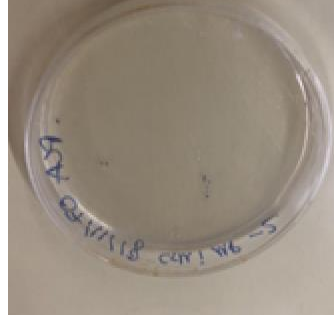
AGAR CROMOGENIC: -1

			
MOSTRA 1	MOSTRA 2	MOSTRA 3	



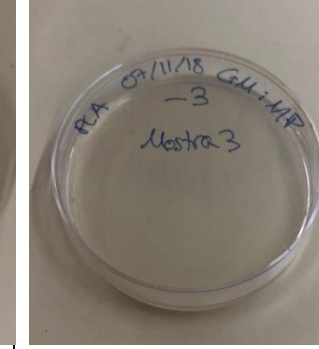



MOSTRA 1	MOSTRA 2	MOSTRA 3	MOSTRA 4

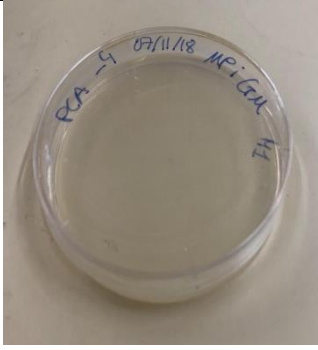
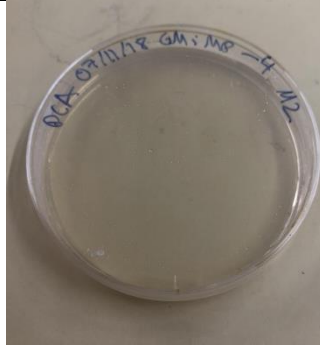
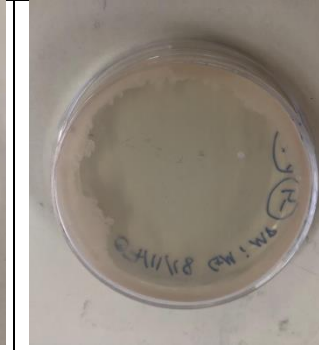
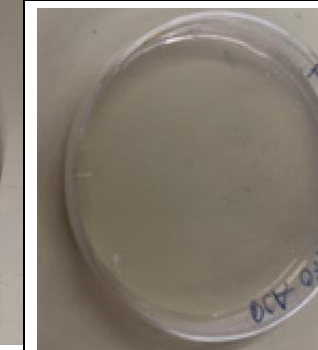
PCA: DISSOLUCIÓ -2

			
MOSTRA 1	MOSTRA 2	MOSTRA 3	MOSTRA 4

PCA: DISSOLUCIÓ -3

			
MOSTRA 1	MOSTRA 2	MOSTRA 3	MOSTRA 4

PCA: DISSOLUCIÓ -4

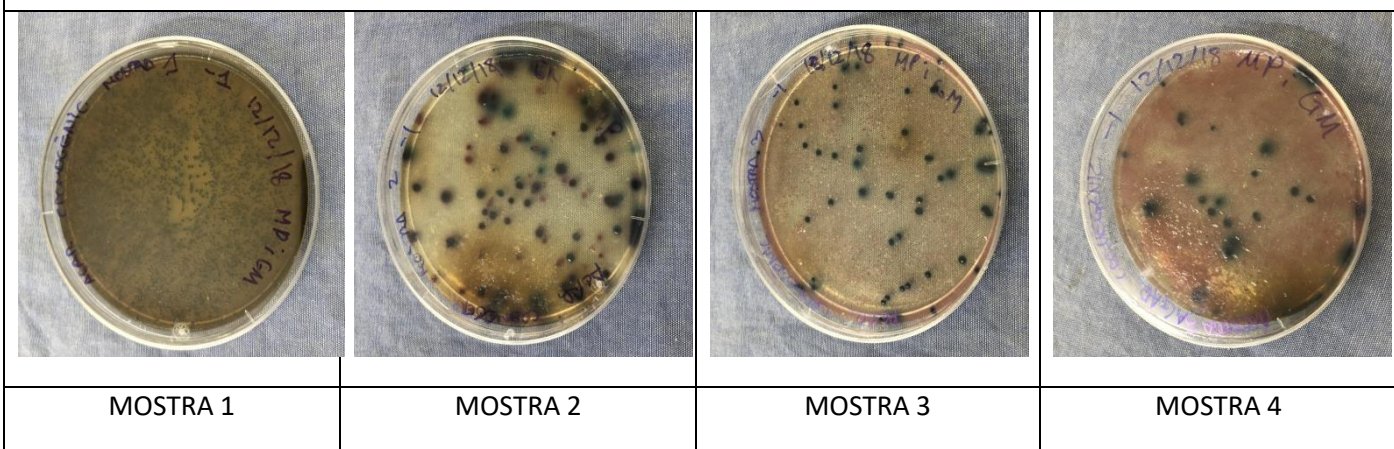
			
MOSTRA 1	MOSTRA 2	MOSTRA 3	MOSTRA 4

PCA: DISSOLUCIÓ -5

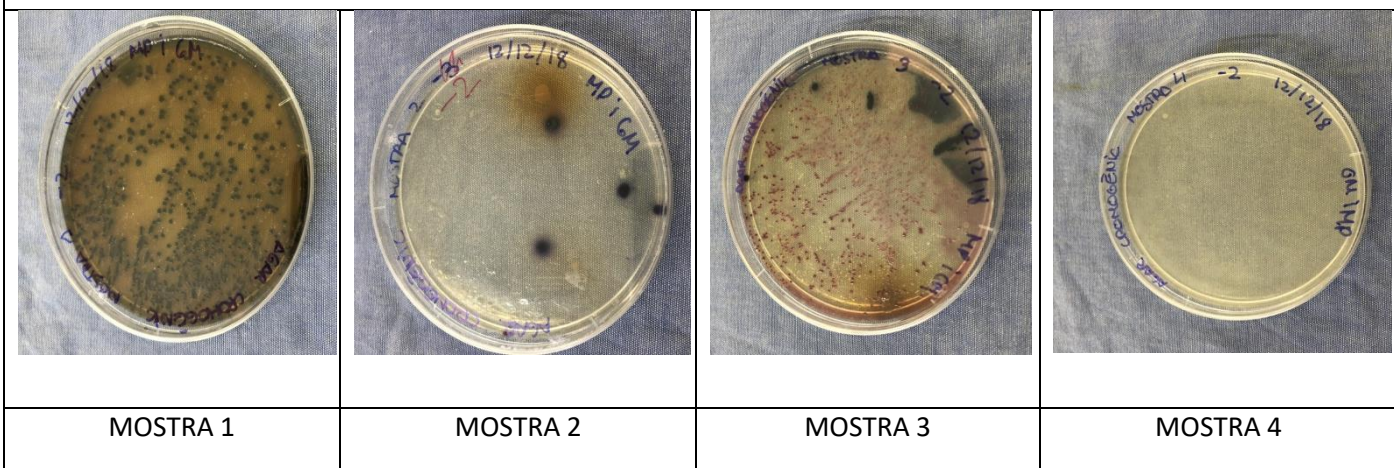
			
---	---	--	---

11.2.-Medis de cultiu 2

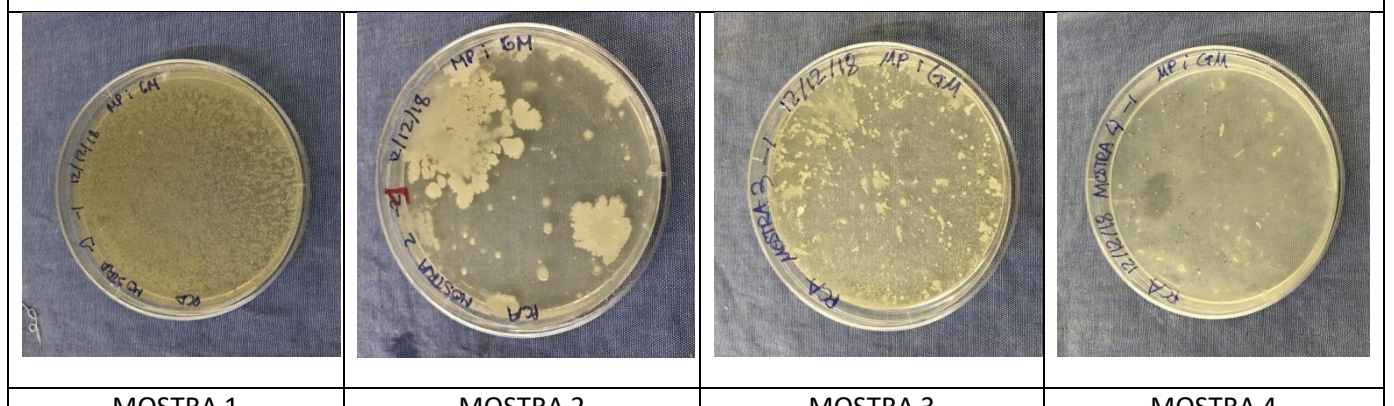
AGAR CROMOGÈNIC: DISSOLUCIÓ -1



AGAR CROMOGÈNIC: DISSOLUCIÓ -2



PCA: DISSOLUCIÓ -1



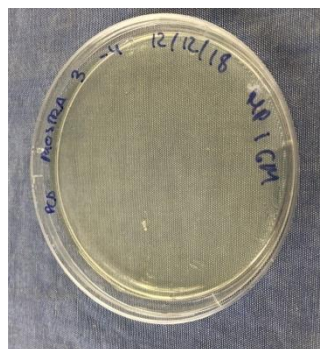
PCA: DISSOLUCIÓ -4



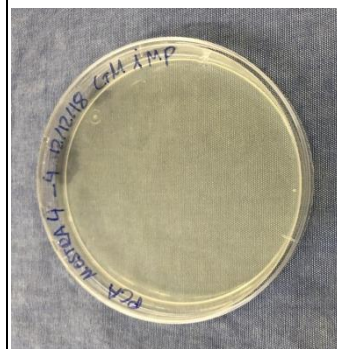
MOSTRA 1



MOSTRA 2



MOSTRA 3



MOSTRA 4