

LES COL·LECCIONS D'HISTÒRIA NATURAL:
Efectes i aplicacions de fluids conservants

PATRICIA GIMÉNEZ BARRERA

Restauració i Conservació dels Béns Culturals, 2014



NIUB: 14991163



En termes genèrics, aquest treball ha entrat en contacte de manera directa amb noves branques de la conservació les quals personalment, desconeixia anteriorment. Aquest fet m'ha permès ampliar la meva implicació assolida durant la carrera de Conservació i Restauració dels Béns Culturals a la Universitat de Belles Arts de Barcelona, juntament amb noves aportacions per part dels naturalistes d'àrees de la investigació en els camps museístics. Així doncs, aquests nous coneixements m'han permès gaudir i satisfer les necessitats de comprensió en l'àmbit de la conservació des d'un punt de vista pràctic i directe.

Cal afegir els meus agraïments a tot aquell personal que m'ha ajudat a realitzar aquest estudi, principalment a la meva tutora de la facultat, Núria Flos, del Departament de Restauració de la Universitat de Barcelona, per la seva aportació en la metodologia i sistema organitzatiu del treball de manera teòrica, i a Francesc Uribe i Miguel Prieto, del Departament d'Invertebrats del Museu de Zoologia, per la seva implicació i ajuda en la orientació durant la pràctica, així com la prestació dels espais, eines i temps dedicat.

1. INTRODUCCIÓ	2-3
2. EL DETERIORAMENT DE LA MATÈRIA ORGÀNICA	4-6
2.1 ALTERACIONS EN LES COL·LECCIONS D'HISTÒRIA NATURAL.....	5-6
3. ELS INICIS DE LES COL·LECCIONS BIOLÒGIQUES	6-12
4. ELS MÈTODES DE CONSERVACIÓ PRINCIPALS.....	13
5. TRAJECTÒRIA DE LA CONSERVACIÓ EN FLUID	13-25
5.1. METODOLOGIA I APLICACIONS DE FLUIDS	16-21
5.2. LA ERA DEL FORMOL.....	21
5.2.1. <i>Síntesi del formol</i>	21- 23
5.2.2. <i>Aplicacions en la conservació d'història natural</i>	23-25
5.3. LA REPARICIÓ DE L'ALCOHOL EN LA CONSERVACIÓ D'EXEMPLARS.....	26
5.3.1. <i>Síntesi del l'etanol</i>	26-28
5.3.2. <i>Aplicacions en la conservació d'història natural</i>	28-33
5.4. LES SOLUCIONS D'ETANOL I AIGUA	33-34
5.4.1. <i>Investigacions de densitat en solucions hidroalcohòliques</i>	34-35
6. ASSAIG EXPERIMENTAL.....	36-55
6.1. VISIONS PRELIMINARS.....	36
6.2. ESPAI DE PRÀCTICA.....	37-38
6.3. METODOLOGIA.....	39-41
6.3.1. <i>Exemplars emprats</i>	39
6.3.2. <i>Solucions i proporcions</i>	40
6.4. PROCÉS EXPERIMENTAL	41-42

6.4.1. <u>Documentació fotogràfica durant la realització experimental</u>	42
6.5. RESULTATS.....	43-47
6.6. DISCUSSIONS	48-50
6.6.1 <u>Variabilitats de concentració del fluid</u>	48-50
6.6.2 <u>Variabilitats morfològiques de la mostra</u>	50-51
6.7 CONCLUSIONS.....	51-53
6.7.1 <u>El Sistema d'indicadors d'Alcomon</u>	54-55
7. LA RECERCA DEL FIXADOR.....	56-59
7.1. ALGUNES INNOVACIONS ACTUALS.....	58
7.1.1. <u>DMDM-Hydantoinn</u>	58
7.1.2. <u>Fórmula de Thiel</u>	59
7.1.3. <u>Plastilinació</u>	59
8. CONSIDERACIONS.....	60-61
9. REFLEXIÓ I VALORACIÓ PERSONAL	61-64
10. ANNEXOS	65-67
11. BIBLIOGRAFIA.....	68-70

ABSTRACT

Throughout history, man has felt the urge to collect biological specimens for mystical or teaching purposes, the latter being the goal of many curious naturalists interested in the different species of the Earth and their study. Since ancient times, practices for the preservation of specimens were carried out; among them the conservation in fluids is still a method without a final proper implementation. In the beginning, the product used was alcohol. During the 19th century the production of formalin was discovered and thanks to its morphological fixation properties, it became protagonist of the conservation methods not only in the Museum field, but also in other areas such as cosmetics or clinical use. However, recent studies show the multiple problems of formalin use, because of its high toxicity and the DNA interactions between the specimen and the preserving fluid on the long term. This enacted its replacement by alcohol once again. However, this method also entails a number of disadvantages, which have opened doors towards the research of new innovative methods.

The practices carried out in the Natural Sciences Museum of Barcelona, along with a visit to the Museum of Natural History in Berlin, incited my personal interest regarding the effects of the fluids most used as preservatives of biological specimens.

RESUM

Al llarg de la història, l'home ha sentit l'impuls de col·leccionar els exemplars biològics amb finalitats tant místiques com didàctiques, essent aquest últim l'objectiu de molts naturalistes encuriosits per les diferents espècies de la Terra i l'estudi de les mateixes. Des de l'antiguitat, ja es realitzaven pràctiques de preservació per als exemplars, entre els quals la conservació en fluid encara és un mètode sense resolució final. En els seus inicis, el producte emprat era l'alcohol. Durant el segle XIX es va descobrir la producció del formol i gràcies a les seves propietats per a la fixació morfològica, va convertir-se en protagonista de la conservació no només en l'àmbit museístic, sinó en altres àrees com la clínica o la cosmètica. No obstant, recents estudis ens afirmen les múltiples problemàtiques del formol, ja siguin per la seva alta toxicitat com per les interaccions a l'ADN a llarg termini. El fet ha promulgat la seva substitució novament per l'alcohol. No obstant, aquest també comporta una sèrie de desavantatges, els quals han obert portes cap a la investigació de nous mètodes innovadors.

Les pràctiques realitzades al Museu de les Ciències Naturals de Barcelona, juntament amb una visita al Museu d'Història Natural de Berlín, van incitar l'interès personal cap a aquesta aproximació sobre els efectes dels fluids més emprats com a conservants d'exemplars biològics.

1. INTRODUCCIÓ

Els conjunts patrimonials que conformen els actuals museus d'Història Natural, s'originen en les mateixes col·leccions d'exemplars com a "curiositats", que amb el pas del temps han desenvolupat un altre punt de vista molt més acurat. Aquests conjunts formen part d'innombrables investigacions sobre l'evolució biològica i estudis sistemàtics al llarg de la història.

Els mètodes didàctics que parteixen de l'anatomia dels exemplars, s'han satisfet en gran part, gràcies a l'adquisició i conservació d'una multitud de col·leccions, les quals constitueixen un conjunt de biodiversitat de valor inestimable en nombrosos museus del món.

D'aquesta manera, la seva conservació juga un paper molt important en el procés d'ensenyament i aprenentatge, ja que permet desenvolupar habilitats alhora de manipular la matèria i confereix una major percepció de les característiques morfològiques que presenten les seves estructures.

No obstant, el ràpid deteriorament de la matèria orgànica que ocorre rere la mort, així com el risc de contagi de malalties a partir del material anatòmic, han creat una nova preocupació més enllà de l'estudi de l'exemplar com a objecte d'investigació. Aquests processos d'envelliment que pateixen les col·leccions, han promogut el desenvolupament de noves tècniques en la conservació preventiva.

Es tracta d'una disciplina que ha sorgit de la museologia i s'alimenta paulatinament dels coneixements heretats pel món de la restauració per una banda, i de les diverses branques de la ciència per l'altre. Aquesta, forma part d'un procés evolutiu que des dels seus inicis, ha donat fruit a nombroses investigacions científicotècniques amb un objectiu altament basat en la preservació del patrimoni històric com a medi cultural.

Així doncs, parteix d'un conjunt d'accions que tenen com a objectiu el coneixement dels efectes de la degradació de la matèria així com l'aplicació de mètodes de control i eradicació de les seves causes.

La fi d'aquestes és la preservació del material evitant al mateix temps, els canvis que puguin aparèixer a llarg termini, a més d'inhibir o destruir els microorganismes que puguin ser presents en l'espècimen a conservar.

Existeixen diverses tècniques de preservació d'espècies, que podrien dividir-se en dues de principals; en fluid o en sec. La base pràctica en aquest treball, es centra en l'àmbit dels fluids com a medi de fixació i conservació.

Després de la polèmica originada pels efectes adversos que produeix el formaldehid en la biologia molecular, així com en la toxicitat cap a l'usuari, s'han realitzat diverses investigacions per trobar un substitut que ens atorgui qualitats no només com a fixatiu sinó també com a millor conservant.

L'ús de l'etanol, fou un dels més efectius i sembla ser que s'està generalitzant per a la conservació d'espècies en fluid. Però fins a quin punt ens garanteix aquesta fiabilitat? Els efectes adversos dels alcohols tenen diverses variables que depenen també del tipus de matèria orgànica amb la qual interactuen.

Nombroses investigacions, han creat noves fórmules de fluids que podrien si més no, alleujar tots aquests aspectes negatius que ambdós comporten, o al menys alentir-los. De la mateixa manera, molts dels resultats s'han considerat factibles per a la conservació del material d'anatomia humana (en àmbits d'investigació mèdica).

D'aquesta manera, concretant i donant a entendre una multiplicitat de resultats variables sobre les condicions fisicoquímiques de la matèria a preservar, així com les característiques del propi fluid, s'efectuarà una pràctica d'anàlisi sobre els efectes de l'alcohol com a preservant d'uns exemplars determinats. S'avaluaran els resultats en funció de les variants que s'obtinguin al llarg de vint dies d'assaig experimental en les diferents solucions d'alcohol, així com dels possibles canvis en la seva morfologia.

2. EL DETERIORAMENT DE LA MATÈRIA ORGÀNICA

El primer plantejament que podríem fer-nos, es basa en el simple fet d'observar l'objectiu pel qual es pretén realitzar el procés de conservació de la matèria; aturar o prevenir els efectes de la descomposició. Aquests processos dimanen de l'envelliment, però d'on s'origina aquest?

En primer lloc, hem d'interrogar-nos sobre el mateix, ¿que és?; és la fletxa del temps, el flux dels esdeveniments, aparentment de direcció única en el que es desenvolupa la vida. Cal destacar però, que el temps en sí no actua sobre les coses, més aviat les coses ocorren en el transcurs del temps. L'envelliment és com una pedra preciosa de múltiples facetes que s'ha de contemplar des de diversos punts per poder apreciar-la, tot i que mai s'arribi a comprendre-la del tot. És un fet que pertany a tota la matèria existent i es manifesta amb el pas del temps.

Actualment podem trobar una extensa bibliografia sobre un dels temes científics amb més interès des dels nostres inicis en la història. Fins ara s'han fet nombrosos estudis per esbrinar el motiu pel qual s'origina aquest procés de transformació, el perquè de la inestabilitat, del canvi continu dels elements.

Si llegíssim un manual de bioquímica específica en materials, podríem veure que majoritàriament la definició de l'envelliment esdevé lligada als elements i condicions que l'envolten.

Els resultats han estat positius pel que fa a la creació de diversos mètodes a l'hora d'endarrerir els efectes de la descomposició, especialment en la matèria orgànica al ser aquesta la més vulnerable a patir-los. Aquests mètodes tanmateix son emprats en el món de la restauració i conservació del patrimoni, especialment en col·leccions d'història natural. No obstant, s'ha de tenir en compte que tots aquests tractaments endarrereixen, però no aturen definitivament el seu procés d'envelliment, ja que forma part del propi cicle biològic.

Un cop el material ha viscut en una fase de plenitud, aquest deixa de ser complet, afeblint-se cada cop més en a una mateixa direcció. Com s'ha esmentat anteriorment, les degradacions van lligades a uns processos químics i biològics que s'alteren a partir de diversos factors externs.

A mesura que un material s'envelleix, les substàncies compostes intenten tornar als seus constituents més simples. La descomposició és el mateix procés engegat per la *autòlisis cel·lular*¹, on els agents biològics aprofiten per trencar les cadenes dels teixits afeblits, un cop les substàncies han deixat de realitzar les seves funcions vitals.

Es tracta d'un dels cicles biològics més importants de la nostra Terra, un procés que forma part de la vida i la mort, però que per altra banda, pot tenir repercussions no desitjables sobre materials orgànics que volem mantenir intactes. L'expansió i colonització variable en nous ambients, suposa un dels principals enemics per a la conservació de les col·leccions patrimonials, concretament les d'història natural.

2.1. ALTERACIONS EN LES COL·LECCIONS D'HISTORIA NATURAL

No obstant, avui dia està en el nostre poder perllongar la supervivència dels materials sota els efectes d'aquest factor principal. Per fer-ho és necessari l'aplicació de diversos mètodes de conservació per prevenir la degradació prematura.

Aquest biodeteriorament pot produir-se per una mala manipulació de les mateixes col·leccions o pel fet de sotmetre-les sota unes condicions favorables per a la vida dels microorganismes, com són les condicions elevades de temperatura i humitat. Fins i tot, durant les intervencions de restauració i conservació, on s'ha de tenir la màxima cura per a recuperar la integritat dels mitjans de comunicació i aturar o endarrerir els processos biodegradants, es poden seguir procediments equivocats i promoure així mateix el creixement de floridura produït pels agents biològics.

La composició de molts dels materials orgànics, inclouen entre altres elements, proteïnes (com queratines o col·làgens) i greixos, tots ells, nutrients adequats per al desenvolupament d'agents biològics que es veuen afavorits per determinades condicions ambientals i per la falta de manteniment de les instal·lacions en les que s'ubiquen.

¹ *Autolisis celular: És el procés de desintegració d'un teixit o òrgan produït pels enzims lisomòtics, que son segregats pel mateix organisme afectat. Es desenvolupa un cop la cèl·lula ha deixat de rebre una aportació d'oxigen o nutrients, interrompent la producció de ATP (molècula energètica).*

Amb el temps, es desenvolupen reaccions químiques que uneixen les cadenes amb altres, fent que les molècules es tornin rígides i incapaces d'efectuar el seu objectiu químic. Per tant, el material es torna inestable. D'aquesta manera, aquests deterioraments dels materials es produeixen principalment per l'augment del número d'enllaços entre les molècules pròpies febles i les molècules externes que hi interactuen. Aquestes posseeixen llargues cadenes de forma flexible.

Explicat d'una altra manera, és de fet com si les mateixes molècules que componen el material, es cansessin de fer la seva funció i s'agafessin de la mà amb qualsevol altre molècula externa per poder completar la seva cadena trencada, creant així nous compostos.

Un exemple similar ocorre amb les persones que treballen en una cadena de producció; si cada obrer quedés esposat amb el que té al costat, terminaria per aturar-se tot el treball. Sembla ser doncs, que el problema principal radica en els enllaços. Els múltiples i grans enllaços fan que encara avui dia sigui més important que es descobreixin, en primer lloc, els factors responsables de la seva producció.

Al buscar les causes biològiques de l'envelliment, és prudent separar la causa de l'efecte. A que es deuen aquestes transformacions internes? Com s'originen? Són qüestions encara avui dia d'estudi per als curiosos investigadors de diversos àmbits en la matèria existent de la Terra.

3. ELS INICIS DE LES COL·LECCIONS BIOLÒGIQUES

Com ja sabem, els essers vius estem formats per matèria orgànica. Un cop s'aturen les funcions vitals de l'organisme, la matèria tendeix a patir un procés accelerat de descomposició pel qual nombrosos químics i conservadors especialitzats al llarg de la història, s'han encarregat de prevenir els efectes de transformació a fins religiosos, culturals i didàctics.

Abans de fer un recorregut sobre la història dels museus naturals, hem de saber que la conservació biològica és una pràctica molt més antiga que no només es remota amb la preservació d'animals sinó també d'humans.

Fa aproximadament 7.800 anys, a Perú ja es feien momificacions. Tot i així, l'antic Egipte és l'exemple més conegut de cultura que efectuava la momificació ritual. Els egipcis preparaven humans i animals com peixos, cocodrils, aus, llangardaixos i serps. Per a la seva conservació, en primer lloc netejaven el cadàver i extreien les vísceres i cervell. A continuació la pell es deshidratava amb natró, un compost natural d'algunes sals, principalment clorur de sodi i bicarbonat de sodi. Després reomplien l'interior amb mirra, una substància resinosa aromàtica que s'extreu de l'escorça dels arbres. Finalment s'embolicaven amb una tela.

També van utilitzar altres tècniques submergint els cossos en tanques amb mel d'abella amb la fi de protegir els teixits de l'oxigen, evitant l'oxidació. Tenint en compte això, la tècnica de conservació més antiga és la deshidratació.

La ciència natural com a anàlisi de la biodiversitat comença, entre molts altres filòsofs de l'època, amb *Aristòtil (384 a.C.-322 a.C)*. Va reconèixer aproximadament unes 540 espècies animals i amb això va realitzar una classificació d'organismes que va perdurar durant molts segles. El seu coneixement naturalista es basava en les seves pròpies observacions i disseccions amb animals que recol·lectaven els seus estudiants al camp, entre ells *Alexandre Magne (356 a.C- 323 a.C)*. Segons la llegenda, el cos de *Magne* fou conservat en un recipient d'argila amb mel d'abella.

El primer museu fou "el temple de les muses" on prové la paraula "museu" fundat al segle III a.C a la ciutat d'Alexandria per *Ptolomeu Sotor (305-283 a.C)*. Al museu es varen recol·lectar objectes d'art i biològics, que posteriorment va comptar amb una biblioteca de 500.000 llibres. Se sap que varen ser col·leccions biològiques ja que en alguns llibres es parlava per exemple d'una col·lecció de closques marines exòtiques en les ruïnes de Pompeia.

La història de la ciència moderna va començar amb els àrabs i els xinesos amb l'art de l'alquímia. A Europa els museus eren les esglésies, on les relíquies i la religió formaven part de l'art. Sobre els XII o XIII els manuscrits àrabs es van començar a transcriure al llatí. Els treballs d'Aristòtil també varen ser traduïts al llatí entre els anys 1200 i 1225.

A principi del segle XIII va començar a Europa una reactivació del coneixement i els estudis intel·lectuals, i amb això va venir, com escriu el professor *Whitehead (1970)* "la veneració de lo estrany, de lo poc comú, de lo meravellós i miraculós".

Amb això apareixen els primers "gabinets de curiositats", la propietat privada dels recol·lectors adinerats. Els armaris contenien objectes no estudiats encara de manera biològica, als que anomenaven "banyes d'unicorns" i "ossos de gegants. Aquestes col·leccions afirmaven l'existència de Déu i demostraven l'ordre de la natura.

El primer ús de la paraula *museu*, fou en una descripció de l'armari privat de *Llorenç el Magnífic (1449-1492)*, membre de la famosa família Medici de Florència. Aquests armaris van florir per tota Europa. No obstant, amb el renaixement i l'interès pel que fa a aspectes que s'allunyen del misticisme, van observar que els "ossos d'unicorn" eren dents de narval i els "ossos de gegants" eren ossos de mastodonts.

Les mòmies i fòssils també eren molt populars. Es va descriure aquesta època com l'etapa del descobriment, i amb ella, la era del col·leccionista entre les classes adinerades era la que més destacava. En aquestes classes socials elevades, podem nombrar dos recol·lectors importants de l'època, *Konrad Gesner (1516-1565)* i *Ulisse Aldrovandi (1522-1605)*, que van escriure llibres d'història natural i van tenir museus privats.

Al llibre de *Gesner*, es van ordenar totes les espècies d'animals basats en els principis d'Aristòtil. La seva innovació més important fou una il·lustració per a cada espècie. *Aldrovandi* va exhaurir gairebé tota la seva fortuna comprant exemplars d'animals i plantes per al seu museu i pagant a artistes per a dibuixar-los. Se sap que a l'època d'aquests dos recol·lectors i col·leccionistes, es varen realitzar els primers intents exitosos de conservació.

Els "gabinets de curiositats" van ser la conseqüència natural de l'interès renaixentista pel món. Amb la invenció de l'impremta també fou important per l'avanç del coneixement científic. Per exemple, entre els 1469 i 1499, es van fer aproximadament unes 39 edicions del llibre *Historia Natural de Plinio* i onze edicions de les obres d'Aristòtil.

Entre el 1600 i 1750, la ciència es va desenvolupar a passes gegants. Molts dels avenços tecnològics ajudaren al coneixement dels museus, tals com l'ús d'un nou tipus de vidre transparent, fet amb òxid de plom, anomenat flint-glass. Aquest descobriment fou significatiu per a les col·leccions preservades en líquid.

També es va iniciar l'ús de l'arsènic i el clorur de mercuri com a pesticides, així com la cera colorant i injeccions de mercuri com a conservants.

Com podem observar, aquesta època va ser un punt positiu no només per a la recol·lecció i col·leccionisme, sinó també per a la taxonomia i la conservació d'exemplars del món natural.

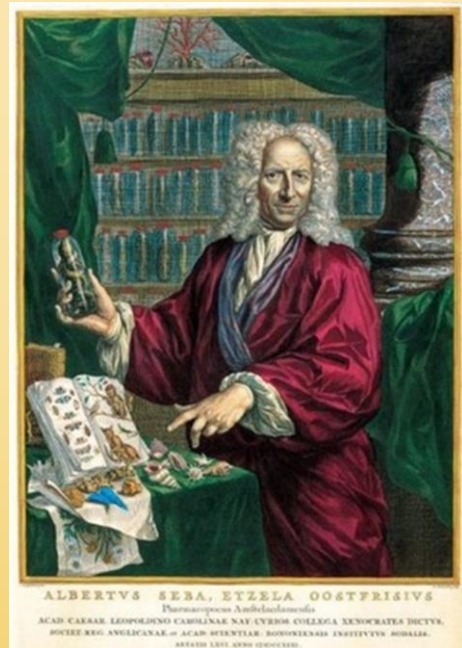
A meitat del segle XVII, es va presentar la taxidèrmia a Europa. La paraula taxidèrmia deriva de *taxi* (arregla) + *dermis* (pell) i significa "arreglament de les pells".

Al principi només les pells dels animals eren omplertes amb tela o cotó però poc després les pells es van treballar més afegint detalls com ulls de vidre per que semblessin més reals (Farber 1977).

Posteriorment, sobre el 1662 es va començar a conservar en líquid, quan *William Croone* va mostrar a la Societat Reial de Londres, dos cadells preservats en esperit de vi (alcohol) en un pot de vidre amb tapa hermètica. El millorament de les tècniques i mètodes de conservació, va permetre que les col·leccions tinguessin un ús més científic.

La il·lustració va constituir un punt a favor dels gabinets pel seu interès científic on la comunicació de descobriments era de rellevant importància. Es tractava d'entendre els treballs d'investigació com a una tasca universal, d'aquí l'obligatorietat moral de publicar a la comunitat científica els avenços en qualsevol disciplina.

Un exemple d'aquest impuls fou Albertus Seba, un naturalista Alemany nascut al 1665 que va vendre nombroses col·leccions als qui podien comprar-les i va publicar una descripció detallada de tresors i curiositats del món.



Imatge 1. Il·lustració del naturalista Albertus Seba.

Frederick Ruysch (1638-1731) d'Amsterdam, va perfeccionar noves tècniques, que avui dia persisteixen per a la conservació de materials en sec i en líquid. Incloïen injeccions de ceres colorants o mercuri en els sistemes vasculars de plantes i animals. Entre les restes conservades ressalten sobretot, preparacions amb restes humanes les quals es van vendre a Pere Magne de Rússia, i encara avui dia es preserven a San Petesburg (Rússia).

Al 1748, es va realitzar un publicació per *Reamur*, on es descriuen les quatre tècniques de conservació de la matèria orgànica més comunes:

1. Extraure els òrgans, reomplir les pells amb materials inerts i assecar-les.
2. Col·locar els exemplars complets en "esperit de vi".
3. Embalsamar els exemplars amb espècies, sal, alum o cal.
4. Assecar els exemplars al forn.

Al segle XVIII es van consolidar les primeres col·leccions científiques i es van crear els principals museus moderns. La nomenclatura moderna vegetal data de la publicació del llibre *Species Plantarum* al 1753 i la zoològica data de la publicació de l'edició dècima del llibre *Systema Nature* a Suecia per *Carl von Linnaeus*, al 1758.

Linnaeus fou un dels grans naturalistes de l'època, que va inventar el sistema de noms binomials. Mentre estudiava, va realitzar extenses col·leccions de plantes i antropologia a Suècia i Laponia. Aquestes van consistir en uns 500 exemplars i actualment la majoria estan a Londres, propietat de la *Linnaean Society of London*. Es va utilitzar el sistema de Linnaeus per ordenar i arreglar les col·leccions. Aquest ordre va estimular la recerca de sèries d'espècies més completes, en altres paraules, l'estudi de la biodiversitat.

Per altra banda també fou professor de botànica a la Universitat de Uppsala. *Linnaeus* enviava als seus estudiants al camp a recol·lectar per al seu museu, així com *Aristòtil* va fer amb *Alexandre Magne*. No era una feina fàcil ser el seu estudiant, casi un terç d'ells van morir en aquestes expedicions.

Durant els segles XVIII-XIX, va incrementar moltíssim el nombre de museus arreu del món. Després dels viatges de *Cristòbal Colón*, a Amèrica no van haver més museus durant 300 anys. En canvi, sobre el 1992 ja hi havien 1176 museus d'història natural als Estats Units i 326 a Amèrica Llatina.

Al 1753, es va fundar a Londres el Museu d'Història Natural de Gran Bretanya (*British Museum of Natural History*). Al 1752, la ciutat de Madrid va comptar amb el Gabinet d'Història Natural, actual Museu Nacional de Ciències Naturals. Als Estats Units, el primer museu d'història natural fou fundat al 1773 a Charleston, al Sud Carolina i al 1780 el primer museu públic nord americà de la història natural a Filadèlfia.

Durant aquests anys, es va modificar totalment la manera d'exhibir els exemplars gracies a l'aplicació de diorames, que substituïen les exposicions d'exemplars únic per grups en un context ambiental d'aspecte naturalista. El mode clàssic victorià o sinòptic va començar a desaparèixer. Entre els diorames coneguts de l'època, es troba la col·lecció de l'espanyol *Marcos de la Espada*, que va realitzar extensos estudis d'herpetologia.

Va realitzar diverses expedicions des del 1862 i al 1865 per Sudamèrica, tot i que desafortunadament no va publicar tota la seva obra herpetològica per la situació política a Espanya. Alguns des amfibis de les seves recol·lectes, es troben avui dia encara conservats en alcohol i en bones condicions.

Al 1859 es va publicar l'origen de les espècies per Charles Darwin, fet que va iniciar una revolució en la biologia fonamental. Això va ocasionar un impacte sobre els mètodes de com recol·lectar, conservar, emmagatzemar, exhibir i utilitzar les col·leccions d'animals, plantes i mostres geològiques.

Els científics es varen adonar que les col·leccions als museus no només pertanyen a un arxiu del passat sinó que també, ens permeten revelar l'evolució de les espècies, entre moltes altres investigacions.

A finals del segle XIX, ja hi havia un nou tipus de museologia, la qual consistia en la separació de les col·leccions per a estudiar (investigació i docència) i les col·leccions per a exhibició (soci cultural). De d'aquest punt de vista, les col·leccions tenen dos funcions: educativa i investigació. Per altra banda, nombroses investigacions es van encarregar de recollir dades per a estudis biogeogràfics que permeten establir la distribució passada, present i futura de les espècies.

Entre els segles XVIII i XIX, arrel de la invenció del primer refrigerador per *William Cullen* al 1784, la tècnica de conservació de la matèria orgànica a baixes temperatures també fou un punt de mira important alhora de la conservació d'exemplars. Es va descobrir que la congelació conserva la matèria orgànica al impedir la multiplicació dels microorganismes sota temperatures molt baixes. La funció principal fou la de conservació d'aliments, tot i que no va trigar a incorporar-se en la conservació d'exemplars.

No obstant, de seguida va presentar certs problemes pel que fa en primer lloc, el consum energètic. La peça depèn totalment de la energia de la màquina i en cas d'incidència, es podria deteriorar en qüestió d'hores pel canvi bruscat de temperatura, així com pel deteriorament que suposa la conservació al medi natural.

Es per això que les mostres que es preserven avui dia sota congelació, s'asseguren de manera que es troben duplicades o triplicades en altres congeladors del mateix museu o inclús d'institucions externes.

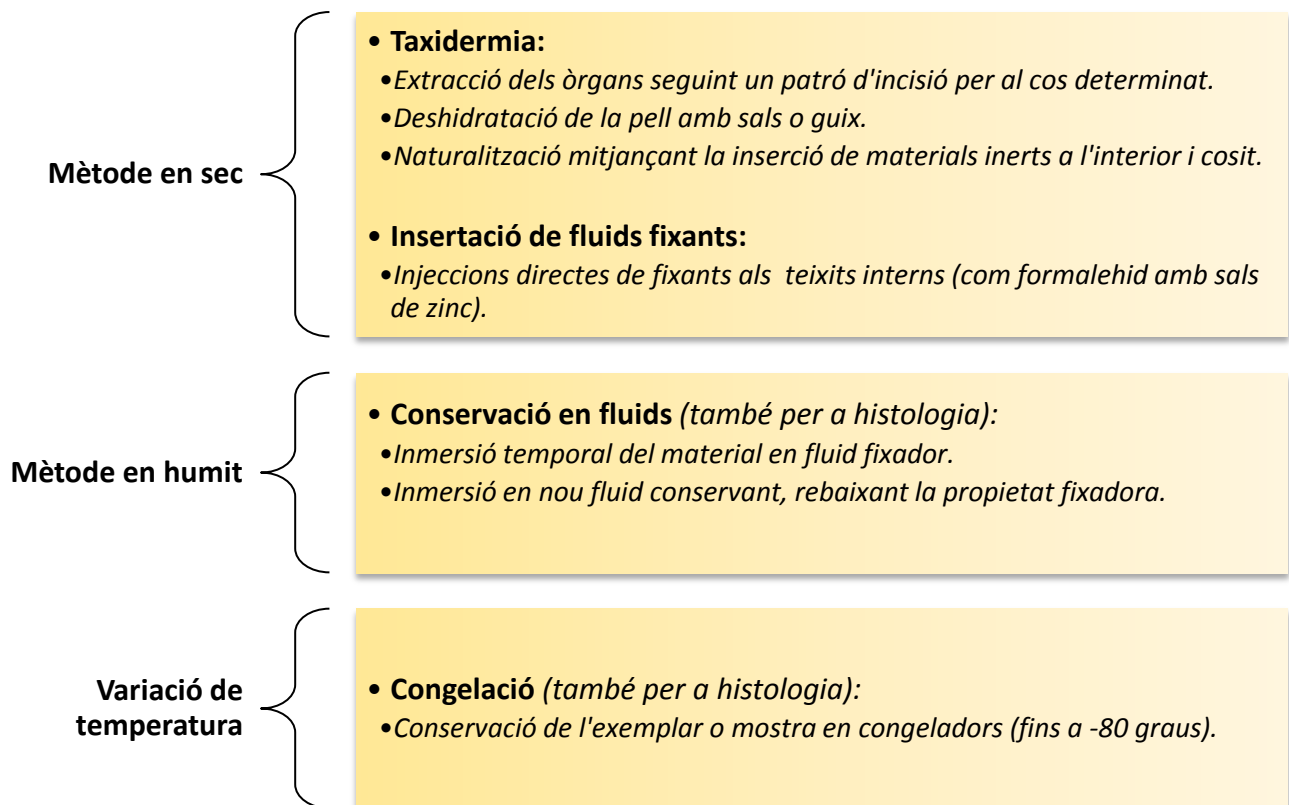
Per altra banda, els grans espais necessaris per a la col·locació dels congeladors i la disposició de totes les col·leccions al seu interior, disminueix la probabilitat de poder mantenir un museu sencer sota la disposició d'aquestes instal·lacions que alhora suposen un preu econòmic molt elevat.

A més, la seva exposició no seria factible per la necessitat de mantindre emmagatzemada l'espècie en un congelador. Això no implica el fet de no trobar-nos congeladors actuals que s'encarreguen de la conservació, tant de talls histològics com d'exemplars animals o humans. A nombrosos museus es disposen de petits congeladors que arriben fins als -80° per a mostres histològiques determinades. També hi ha congeladors per a cadàvers humans a fins didàctics en estudiants d'anatomia.

Al 1893, el descobriment del formol com a fixatiu dels teixits, pel científic alemany *Ferdinand Blum*, va ocasionar un nou mètode de preservació aparentment més eficaç per als exemplars en fluid, que fins fa relativament poc no ha canviat i es farà menció en paraules posteriors referents a l'apartat "*d'èmfasis en la trajectòria de la conservació en fluid*".

4. ELS MÈTODES DE CONSERVACIÓ PRINCIPALS

D'aquesta manera, podem descriure els tres mètodes principals de conservació de la matèria orgànica utilitzats en l'actualitat, així com de les tècniques més comuns de cadascun, utilitzades durant aquests darrers anys.



5. TRAJECTÒRIA DE LA CONSERVACIÓ EN FLUID

L'ús dels fluids com a líquids conservants es va originar en primera instància amb l'estudi del cos humà i els anatomistes. Gràcies a l'impuls de preservar cossos en fluid, va néixer la possibilitat pràcticament de manera paral·lela, de realitzar tipologies metodològiques similars per als espècimens biològics, especialment invertebrats o vertebrats marins (espècimens d'origen vital aquós) al segle XVII.

Es data que sobre el 1662, *William Croone (1633-1684)*, un físic anglès, va mostrar a la *Royal Society de Londres*², la conservació de dos embrions de gos mantinguts en "esperit de vi" durant 8 dies. "L'esperit del vi" o també conegut com a "aigua vitae", és una solució aquosa concentrada d'etanol. Es prepara típicament destil·lant el vi, pel qual també s'ha utilitzat per anomenar al *Brandy* o altres aiguardents.

Aquesta pràctica va passar per diversos experiments, que varen constar a les investigacions del químic irlandès *Robert Boyle (1627-1691)*. Va descobrir que l'efecte conservant de les espècies en esperit de vi, fou proporcionat gràcies a l'alcohol que conté la beguda.

D'aquesta manera, Boyle va relatar les seves conclusions en un article sobre la conservació d'història natural (1633)³ on va descriure per exemple, l'ús del vi per a la preservació dels cossos contra la putrefacció. Amés va realitzar un estudi mitjançant la conservació d'un ocell i d'una serp en esperit de vi i una petita quantitat de sal d'amoníac, les quals també s'inclou com a una pràctica presentada a la *Royal Society de Londres* al 1663.

El vi destil·lat va ser la clau per a molts naturalistes. *James Petiver (1663-1718)*, va realitzar una instrucció per conservar espècies animals en *Cabinet, Ron* i *Brandi*, entre altres alcohols.

Antigament, les concentracions més altes d'alcohol s'obtenien entre el 12 i el 15 %. No obstant, es necessiten concentracions més altes per a la conservació de teixits biològics i per tant encara no podia realitzar-se com a conservant ja que no s'havien descobert les seves propietats biocides. Per aquest motiu, es va començar a realitzar un procés de destil·lació mitjançant una tècnica antiga d'evaporació, per tal d'obtenir concentracions més elevades.

² *Royal Society de Londres / Royal Society of London for Improving Natural Knowledge: L'origen remota sobre el 1644, però no fou formalitzada fins a l'any 1660 mitjançant una conferència de l'arquitecte Christopher Wren on es promogué l'objectiu de fundar una societat per a l'experimentació fisico-matemàtica. És una de les societats més antigues del Regne Unit i d'Europa, de les quals entre els membres històrics figuren Isaac Newton, Charles Darwin, Benjamin Franklin, Albert Einstein o Stephen Hawking. En l'actualitat consta per més de 1.500 membres, entre ells 75 Premis Nobel, a més de cinc integrants de la família reial britànica.*

³ *"Some Considerations Touching the Usefulness of Experimental Natural Philosophy" per Robert Boyle (1663).*

Els mètodes de destil·lació van començar a ser utilitzats per xinesos, àrabs i europeus al 1662, donant com a resultat, un alcohol al 67%. Avui dia, obtenim alcohol inclús del 99,9 %, assecant-lo amb altres químics. Poc a poc es van anar perfeccionant noves tècniques de preparació així com les injeccions de ceres de color en els sistemes vasculars dels exemplars, per l'anatomista i metge holandès *Federico Ruysch (1638-1731)*. El mateix investigador, va conservar el cos d'un home en alcohol diluït aproximadament al 67%.

Paral·lelament, van començar a aparèixer nous recol·lectors com *John Tradescent (1608-2662)* o *Hans Sloane (1660-1753)*, i més tard, grans investigadors en la història de l'evolució com *Carl Linnaeus (1707-1778)* que empraven els exemplars recol·lectats i conservats com a objectes d'estudi.

I així fou com durant els segles XVIII i XIX, viatgers i naturalistes recol·lectaren i enviaren exemplars des de els quatre racons del planeta en pots hermètics amb esperit de vi, tal i com ho demostren els manuscrits de *Charles Darwin (1809-1882)*⁴ durant el seu viatge per l'Amèrica del Sur. Les seves recol·lectes es conservaven en fluid dins de pots hermètics de vidre. Per aclarir els vidres d'aquests contenidors, utilitzaven òxid de plom, així com també veixiga de porc enlluïda amb cera per a les tapadores dels vidres, que asseguraven un tancament hermètic.

De manera paral·lela, molts anatomistes com *Rau, Albinus, Sandifort i Van Doeven* també van conservar exemplars en fluid, majoritàriament també en "esperit de vi", i gràcies a les donacions de les col·leccions de *Rocquette, Brugmans, Bonn*, entre altres, l'interès per la conservació preventiva i la millora dels fluids va incrementar. Al segle XIX, tot el procés de fixació i preservació de la matèria orgànica va veure's influenciat per la introducció de la formalina.

L'any 1859, *Alexander Butlerov*, un químic rus, mentre treballava en la síntesi de glicol metilè va descobrir l'olor del gas formol. En un principi no va tenir èxit al tractar-se d'una molècula gasosa ja que no es podia encara capturar en sòlid (polímer) ni en líquid. No obstant va descriure el gas per la

⁴ Durant 9 mesos, conservadors i assistents del Museu d'Història Natural de Londres, van transportar 450.000 contenidors amb 22 milions d'espècimens conservats en alcohol que el científic Charles Darwin va recopilar durant el segle XIX a la seva expedició per Amèrica del Sur, es va exhibir per primer cop en el Centre Darwin de Londres al 2002. Rere la mort del científic, els exemplars es varen donar per la seva família al Museu d'Història Natural de Londres.

seva olor i característiques. Posteriorment, al 1868, un treballador de la casa de la moneda reial, *August Wilhelm von Hoffman*, va descriure com preparar el formol, fent passar una mescla de vapors de metanol i aire per una espiral calenta de platí.

Al 1893, el metge alemany *Ferdinand Blum (1865-1959)*, va descobrir les propietats adhesives del formaldehid mentre treballava amb una solució aquosa al 4% del producte en el qual va descobrir que els seus dits mullats es van tornar rígids. Va estar implicat en un projecte d'investigació sobre les propietats antisèptiques del formaldehid com a conservant i va escriure un article en el que descriu el seu descobriment.

Així fou com a finals del segle XIX, es va emprar la capacitat del formaldehid per actuar com a preservatiu per als exemplars. Molts d'ells van veure que la formalina conservava millor els espècimens que l'esperit de vi. La pràctica es va realitzar durant molt de temps fins a l'actualitat.

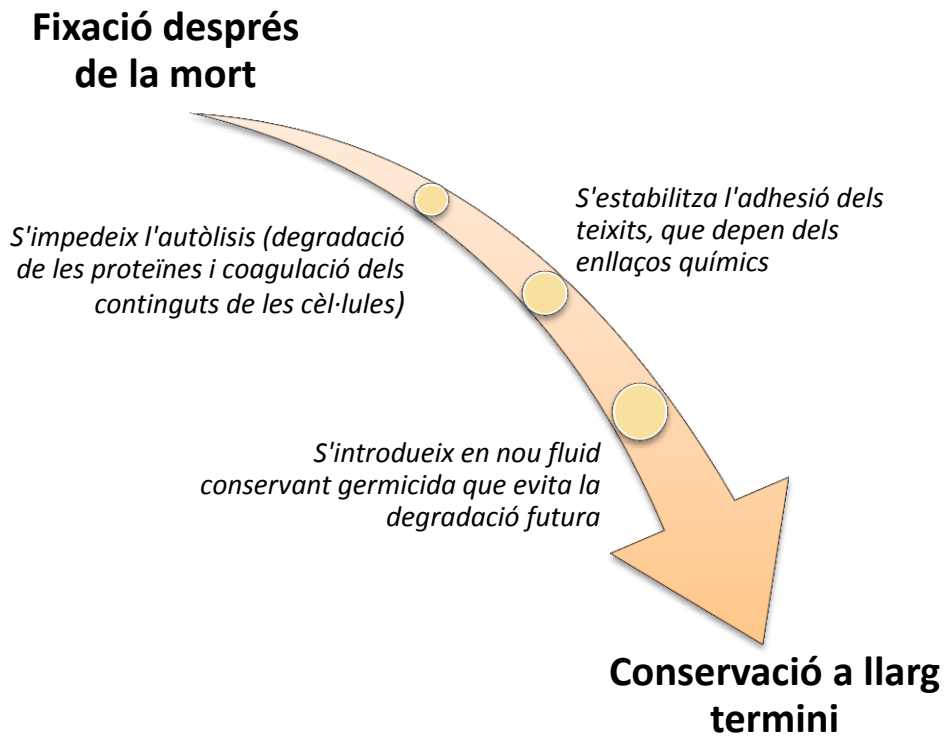
5.1. METODOLOGIA I APLICACIONS DE FLUIDS

Els mètodes de conservació en fluid, tot hi haver evolucionat al llarg de la història cap a noves investigacions actuals, s'han vist regits per un ordre metòdic que s'enfoca de manera directa sobre les condicions necessàries per a la preservació *post-mortem*.

Analitzant l'aturament de l'autòlisi mitjançant formulacions diverses, podem constatar una sèrie de processos que obren pas cap a la posterior conservació a llarg termini de manera efectiva. Per preservar la matèria orgànica és necessari utilitzar una sèrie de procediments i artificis que ens permetin descriure l'estructura morfològica, complint amb uns requisits a nivell microscòpic dels teixits que la componen.

Es tracta d'un procés fixador i conservador que pretén mantenir l'estructura intacta evitant els processos propis de desorganització molecular i cel·lular que acostumen a presentar-se després que les cèl·lules abandonen el seu hàbitat natural. D'aquesta manera, la fixació ajuda a preservar l'arquitectura i la composició cel·lular en els teixits, de tal manera que els permeti suportar el procés de deteriorament.

Durant la fixació, també es preserven les proteïnes, els hidrats de carboni i altres restes bio-actives, de manera que puguin ser estudiades. Un fixador ideal ha d'endurir per tal d'impartir rigidesa mecànica i resistir el processament de teixits. Així doncs, s'evita la descomposició, putrefacció i autòlisi. Es tracta doncs, d'un procés fisicoquímic gradual i complex, que implica la difusió de fixador en el teixit i una varietat potencial de fenòmens i reaccions químiques.



Com podem veure, els fluids originalment eren d'alcohol, però el descobriment del formaldehid representà un punt important en la trajectòria dels fluids, a causa de la intensa fixació respecte a l'anterior que aquest aporta sobre els teixits i de la aparent efectivitat sobre la conservació morfològica dels exemplars.

Tradicionalment, les col·leccions han estat fixades prèviament en solucions d'entre el 5 i 10 % de formaldehid en aigua destil·lada, i posteriorment d'un període determinat, s'han introduït en el conservant amb una proporció d'un 30% d'aigua destil·lada (o inclús d'aigua marina, especialment per a exemplars marins).

No obstant, sobretot en els últims anys, amb el naixement d'una preocupació per la conservació de la matèria orgànica a nivell físic i químic, molts dels especialistes han ideat mètodes mitjançant l'ús d'un relaxant, anestèsic o narcòtic prèviament a la fixació per tal de mantenir millor el teixits de manera visible després del procés fixatiu. Si no s'utilitza un relaxant prèviament, l'impacte del fixatiu acostuma a causar contractures especialment a zones com els apèndixs o parts de la boca, fent-los difícils d'analitzar visualment fet que dificulta la identificació de les espècies.

Al llarg de la història s'han observat dos tipus de fluid principals, el d'alcohol i el del formol. No obstant, no hem d'oblidar que paral·lelament s'han realitzat aplicacions amb diversos productes químics amb propietats conservants i relaxants, les quals molts han estat emprats com a additius en solucions dels fixatius mencionats.

Un additiu molt utilitzat en les solucions tant d'etanol com de formol, és la glicerina. Es potser un dels additius utilitzats en conservació més antics. Aquesta actua com a retardant del procés de degradació dels pigments naturals per tal de mantenir la coloració original menys inestable. Per altra banda, també és un relaxant dels teixits, que actua sobretot en casos de deshidratació amb alcohol, evitant la refracció i torsió morfològica, així com en els casos d'alguns materials més durs, la fragmentació per excés de rigidesa.

Un altre additiu utilitzat durant el segle XX és el sulfat de zinc, també emprat per a la conservació d'aliments per les seves propietats antibacterianes. No tots els fixatius actuen sobre la matèria de la mateixa manera.

Un dels museus més esgarrifosos i singulars del món és el de les catacumbes dels caputxins a la ciutat de Palerm, Sicília. És aquí on trobem el cos de Rosalía Lombardo, una nena que va morir al 1920 de pneumònia i avui dia és considerada com a una de les mòmies millor conservades de la història. L'anomenen "La Bella Dorment de les catacumbes".



Imatge 2. Cos conservat de Rosalía Lombardo.

Alfredo Salafia, taxidermista i embalsamador, fou qui va injectar al cos una barreja de formalina, sulfat de zinc, alcohol, àcid salicílic i glicerina. Els experts suposen que aparentment el sulfat de zinc és el que ha mantingut el cos tan ben preservat. De fet, es troba literalment petrificat.

Així doncs, depenent del producte emprat, s'estableix un tipus de reacció o altra, la qual es poden establir en una taula descriptiva:

TIPUS DE FIXADORS			
Per deshidratació	Per reticulació	Per formació de sals	Per canvi d'estat col·loïdal
<p>Presenten compatibilitat química amb les molècules d'aigua, formant ponts d'hidrogen. Els lípids es dissolen ràpidament, a excepció dels fosfolípids; mentre que els carbohidrats es conserven depenent de la precipitació proteica. Els àcids nucleics es fixen correctament.</p>	<p>Produeixen l'alliberació de molècules d'aigua a partir de les proteïnes que constitueixen els teixits, originant grups químics de càrrega catiònica i aniònica en els aminoàcids laterals per establir, de manera anàrquica, estructures fibril·lars que promouen la formació de compostos reticulats en estat de gel.</p>	<p>Tenen una penetració lenta i s'acostumen a utilitzar amb altres substàncies fixadores. La fixació es produeix per l'establiment de l'anió o catió salí en llocs específics de les molècules del teixit, a través d'unions iòniques. Aquestes unions entre llocs proteics o lipídics i els ions metàl·lics, produeixen l'alliberació de molècules d'aigua a partir del teixit, al qual tendeix a endurir-se.</p>	<p>Tots els reactius citats anteriorment, provoquen la pèrdua d'aigua a partir del teixit. Per tant, mentre es produeix la fixació de les estructures tissulars, l'aigua tendeix a pujar del teixit fent que els components passin de l'estat sòlid a gel. El canvi d'estat col·loïdal fa referència, més aviat, al restabliment del contingut d'aigua al teixit, assegurant imatges microscòpiques més reals.</p>
<p>Exemples:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Etanol - Metanol - Acetona 	<p>Exemples:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formaldehid - Glutaraldehid - Glioxal - Tetròxid d'osmi 	<p>Exemples:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dicromat de potassi - Àcid cròmic - Àcid píric - Sulfat de Zinc 	<p>Exemples:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Àcid acètic

Paral·lelament als productes més emprats al llarg de l'evolució històrica de la conservació de la matèria orgànica en fluid, com corresponen al formol i a l'alcohol, també s'han realitzat nombrosos experiments amb additius que ajuden a intensificar la conservació o aporten noves propietats que neutralitzen els efectes produïts pels fixadors principals.

Deixant de banda l'etanol, un altre dels alcohols també força emprat és l'isopropílic. Aquest últim, com els altres alcohols, proporciona una alternativa relativament no tòxica per al formaldehid i altres conservants sintètics. Es pot separar a partir de solucions aquoses amb sals com el clorur de sodi o qualsevol altre sal inorgànica. Però no obstant, a diferència de l'etanol, aquest tendeix a deshidratar en excés.

El glutaraldehid també s'ha utilitzat per a la conservació d'alguns exemplars ja que presenta bones propietats com a fixador de teixits, així com propietats conservadores per la seva activitat microbiana. La penetració en els teixits és menor que la del formaldehid i té poc efecte sobre l'estructura terciària de les proteïnes, cosa que pot deixar alguns enzims actius.

Pel que fa respecte la conservació de la humitat dels teixits, és comú l'ús de la glicerina, però també el polietilenglicol. Aquest és un altre relaxant que serveix com a additiu comunament en solucions amb alcohol per tal d'evitar excessos deshidratants de la matèria orgànica.

Per altra banda, l'ús de substàncies amb propietats germicides és important ja que controla els microorganismes que causen descomposició dels teixits i representen un risc per a la salut del personal que utilitza aquestes peces biològiques, ja sigui en l'àmbit clínic amb peces anatòmiques com biològic amb exemplars animals en museus i laboratoris d'investigació. L'efecte antibacterià de les solucions presents tant del formol com de l'alcohol, sovint és ajudat per nou additius antisèptics, tals com el fenol.

També s'han emprat de manera addicional, proves amb diversos tipus de sal, com la sal de nitrat com a component principal. La idea d'aplicar aquestes sals és evitar el tipus de fixació del formol o dels alcohol que acostumen a provocar efectes secundaris en la matèria, les quals s'esmentaran en apartats posteriors.

Resulta impossible especificar un fixador ideal així com una fórmula de manera general, que conservi perfectament la morfologia sense modificar la composició i alterar no l'estructura cel·lular alhora. No obstant, a pesar dels inconvenients que puguin aportar cadascun d'ells, sempre ha existit de manera històrica, l'aplicació de mètodes mitjançant el formol o l'alcohol com a conservants. El fet és que ambdós han resultat essent els més efectius i gràcies a ells, avui dia encara mantenim importants col·leccions dels grans naturalistes, en nombrosos museus com a peces d'estudi o exhibició didàctica i cultural.

Tot hi així, per descobrir els nous avenços i millores sobre els seus efectes amb nous productes, es fa necessari un anàlisi a priori del mètodes ja emprats en el passat, que serveixen com a punt de referència per als avenços en la química i l'aplicació de la mateixa dins del món de la conservació. En primera instància doncs, es dona per entès de que cadascun actua de manera diferent i presenten aspectes a tenir en compte per la pròpia naturalesa.

5.2. LA ERA DEL FORMOL

El formol ha estat un dels fixadors més utilitzats gracies a la seva comoditat en la manipulació, l'alt grau de precisió i adaptabilitat extrema. Durant tot el segle XX, es caracteritza la utilització intensiva de la formalina per a la fixació i la conservació a llarg termini fins a generalitzar-se. La seva aplicació en la matèria orgànica, va ser un dels esdeveniments que marcaren l'abans i el després de la conservació en fluids.

5.2.1. Síntesi del formol:

El formol està format principalment per formaldehid, també anomenat "matanal" segons la nomenclatura sistemàtica de la IUPAC⁵. És un compost

⁵ IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) : Fundada a finals del segle XX, és una organització de treball formada per membres de les societats de química nacionals. Està reconeguda pel desenvolupament d'estàndards per a la denominació de compostos químics mitjançant el comitè Interdivisional de Nomenclatura i Símbols (Interdivisional Committee on Nomenclature and Symbols). Forma part també del Consell Internacional per a la Ciència (ICSU).

químic, concretament un aldehyd (aldehyd fòrmic), altament volàtil i molt inflamable. La seva fórmula és $H_2C=O$. La seva oxidació produeix àcid fòrmic i en una segona etapa, aigua i diòxid de carboni. Aquest àcid és el que injecten les formigues al mossegar, d'aquí prové el seu nom del llatí "*formica*".

La seva síntesi de producció industrial s'efectua a partir de l'oxidació catalítica del metanol. Un catalitzador pròpiament dit, és una substància que està present en una reacció química en contacte físic amb els reactius, accelerant o induint aquesta reacció sense actuar en la mateixa.

Aquesta reacció catalítica per produir formaldehyd es pot realitzar de dues maneres:

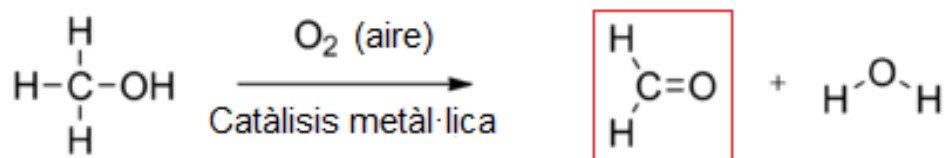
- *Mitjançant la implicació de catalitzadors de plata elemental:* La reacció s'aconsegueix a partir de la combustió del metanol amb un excés del mateix que superi el grau inflamable. S'aplica una pressió atmosfèrica i una temperatura de 600-650 °C aproximadament, on el procés dóna lloc a dues reaccions simultànies. La primera és la reacció entre el metanol y l'oxigen que produeix formaldehyd i aigua. La segona és la implicació del propanol per aconseguir formaldehyd i el despreniment d'un hidrogen.

La majoria del formaldehyd obtingut es fa possible a partir de la primera reacció (exotèrmica) i la resta a partir de la segona reacció on s'absorbeix calor. Els gasos que obtenim durant el procés, son compostos orgànics i monòxid de carboni i son cremats per tal d'evitar un impacte contra el medi ambient.

- *Mitjançant la implicació de catalitzadors d'òxids de metall (per exemple de ferro o triòxid de molibdè):* El metanol i l'oxigen reaccionen a una temperatura de 250-400 °C en presència d'aquests òxids de metall. A diferencia de l'anterior procés, el producte s'aconsegueix a partir de reaccions que desprenen energia mitjançant un excés d'aire i no pas del metanol com en el cas anterior.

Així doncs, en aquest procés, tot el formaldehyd és obtingut mitjançant reaccions exotèrmiques a una pressió atmosfèrica similar a l'altre cas.

Per altra banda, els gasos d'emanació mantenen un petit percentatge de nitrogen i oxigen amb components combustibles del que suposa el total, tot i que han de ser cremats de la mateixa manera per evitar impactes ambientals. El 70% de la producció industrial prefereix aquest mètode en comparació amb l'anterior.



Els resultats en síntesis dels casos anteriors, estan formats principalment per dissolucions aquoses al 40% aproximadament, i es coneixen amb el nom de *formol*. Aquestes poden presentar petites proporcions d'alcohol metílic dins de la barreja de formaldehid i aigua, que estabilitza la dissolució.

La seva presentació és incolora amb una característica olor molt penetrant. El formol es presenta com un líquid clar i incolor, molt soluble a l'aigua. La substància s'utilitza generalment diluïda al 10% per a la fixació de teixits, que correspon a una concentració final de 4% de formaldehid. Es tracta d'un producte molt volàtil que en la actualitat ha estat retirat en moltes produccions industrials per la seva alta toxicitat.

* Veure "fitxa toxicològica1" a l'apartat d'annexos.

5.2.2. Usos i alteracions:

La majoria dels fluids emprats en la conservació anteriorment al formaldehid, no permetien mantenir adequadament les característiques dels teixits. Aquesta nova aplicació en formol es basa en el principi d'una fixació; un procés fisicoquímic gradual que implica la difusió del fixador cap a l'interior dels teixits, així com una sèrie de reaccions químiques, tals com la interacció amb les molècules, impeding la seva descomposició.

Per alguns anàlisis histològics, es realitzen tincions posteriors a la preparació de la mostra per tal de poder visualitzar millor la matèria. El formol manté de manera adequada l'estructura i facilita la coloració posterior dels components cel·lulars i tissulars.

L'ús del nou producte, es va influenciar cap a diverses àrees de conservació de peces anatòmiques, tals com la clínica amb l'objectiu de reforçar els coneixements i, en el cas de cirurgians, incrementar la confiança i precisió durant l'acte quirúrgic. L'ús de cadàvers en l'ensenyament de l'anatomia permet la manipulació i dissecció sense que ocorri la descomposició dels mateixos.

Les propietats d'enduriment del formaldehid varen ser un punt a favor en el desenvolupament de noves fórmules incloent el producte com a fixador. A diferència de l'alcohol, aquest no actua deshidratant el teixit, sinó que la seva acció fixadora s'exerceix coagulant les proteïnes.

Abans de l'aparició del formaldehid, com podem comprovar en l'evolució dels fluids, es varen implementar diverses tècniques per a conservar espècimens i peces anatòmiques. Aquestes estaven formades per substàncies com olis, resines i vi, que retardaven el procés de descomposició dels teixits. Tot i així, la majoria no permetia mantenir adequadament les característiques dels teixits per a l'estudi anatòmic.

El procés de conservació dels teixits es basa en el principi de la fixació. Aquest principi consisteix en un procés fisicoquímic gradual que implica la difusió del fixador cap a l'interior dels teixits, així com una sèrie de reaccions químiques⁶.

Per aquesta altra raó, la promoció sobre la investigació de noves fórmules de conservació s'ha anat ampliant al llarg del temps en la recerca d'un fixador i conservador fiable.

⁶ Article d'interès: "Chemical and physical basics of routine formaldehyde fixation", Rooban Thavarajah, Vidya Kazhiyur Mudimbaimannar, Joshua Elizabeth, Umadevi Krishnamohan Rao, Kannan Ranganathan. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, Year 2012, Volume 16, Issue 3 [p. 400-405].

El formol està considerat com la substància fixadora de major ús en els darrers anys, però també conté una sèrie d'aspectes adverses contra la matèria orgànica.

S'han realitzat una sèrie de regulacions (INRS 2006⁷) que confirmen la seva alta toxicitat, classificant-lo com a un producte cancerigen, mutagènic i reprotòxic (CMR). Aquestes regulacions anuncien que si un producte no pot ser reemplaçat per un substitut, les quantitats han de ser reduïdes i els treballadors altament protegits de la seva exposició.

Per altra banda, amb l'aparició d'estudis moleculars, s'ha observat que el formol pot arribar a interactuar amb l'estructura de l'ADN. L'extensió d'alteracions que pot produir, varia d'un exemplar a altre i per tant no és un tema tant previsible. Aquests efectes depenen de les temperatures, la velocitat de preservació, el PH de la solució fixativa i el temps exposat en formaldehid.

Els efectes fixatius es duen a terme a partir de la formació d'un ió carbònic. Quant més baix és el PH, més bona és la producció d'aquest reactiu electrofílic, i millors són els efectes del fixatiu basat en reaccions. La naturalesa del formaldehid atrau al PH àcid a través de la producció d'àcid fòrmic mitjançant la oxidació.

No obstant, quant més baix és el PH del fixatiu, més forta és la unió de l'ADN. Això ha estat presentat en estudis tals com els de dos científics investigadors en la interacció de fluids conservants a l'ADN (*Douglas i Rogers, publicacions de l'any 1998*).

Anteriorment, es considerava que l'ADN extret del formol estava significativament degradat. Actualment es considera que l'ADN resultant és molt més difícil d'extreure, precisament perquè està molt més intacte que originalment, motiu pel qual no se'l pot definir com a bon conservant de l'estructura molecular.

⁷ INRS: Institut national de la recherche scientifique. Es tracta d'una organització francesa dedicada a la investigació sobre estudis emfatitzats en la millora de la salut i la seguretat dels treballadors mitjançant l'evaluació dels programes i mesures que hagin estat adoptades prèviament.

5.3. LA REAPARICIÓ DE L'ALCOHOL EN LA CONSERVACIÓ D'EXEMPLARS

Després d'haver-se anunciat la problemàtica del formol per la seva alta toxicitat i pels problemes que causava en anàlisis moleculars (a l'ADN), es van substituir milions de contenidors del formol a l'alcohol. No obstant, com hem pogut observar durant la trajectòria històrica de l'ús dels fluids, abans del descobriment del formol, l'alcohol ja hi era present com a mètode conservant de la matèria orgànica.

De fet, algunes de les col·leccions més antigues, estaven preservades en alcohol, i per tant només es va prescindir de canviar la concentració del mateix per les evaporacions causades en gran mesura per fugues dels contenidors.

5.3.1. Síntesis de l'etanol:

L'origen de la paraula *alcohol* prové de l'idioma àrab *Al-Kuhl*, que significa "l'esperit" o "substància polvoritzada" i simbolitza doncs, l'esperit de les begudes (etanol) o l'esperit de la fusta (metanol). Les seves aplicacions s'originen en l'ús cosmètic per les dones àrabs, així com un ús alquímic com a essència o esperit, per les seves característiques físiques definides per a una matèria reduïda i refinada d'una substància.

L'alcohol és un compost orgànic que conté un grup funcional hidroxil (-OH) enllaçat a un radical alifàtic o algun dels seus derivats. Es troba a la natura, però també es fabrica per l'home de manera artificial. En aquest sentit, donat que es tracta d'un compost, existeixen diversos tipus d'alcohol.

Es coneixen almenys setze tipus de diferents alcohols, la majoria d'ells poc tòxics però molt inflamables i no aptes pel consum humà, que s'utilitzen industrialment. Els alcohols més difosos i coneguts són l'etanol, l'alcohol isopropílic i el fenol. Tots tenen diferències en l'estructura química, però alhora comparteixen propietats similars com la volatilitat i l'olor intensa que els caracteritza. Aquests són alguns exemples dels principals alcohols emprats en la conservació:

*Veure "fitxa toxicològica2" a l'apartat d'annexos.

EXEMPLES D'ALCOHOLS		
Nom	Fórmula	Pes molecular
Metanol	CH ₃ OH	32.04
Etanol	CH ₃ CH ₂ OH	46.07
Isopropanol	CH ₃ CHOHCH ₃	60.10
Glicol propilè	CH ₃ CHOHCH ₂ OH	76.09
Glicerol	CH ₂ OHCHOHCH ₂ OH	92.09
Phenoxetol	C ₈ H ₁₀ O ₂	138.16

L'etanol és l'alcohol més antic utilitzat per l'home. Es presenta en forma de líquid incolor i és inflamable amb un punt d'ebullició de 78°C. La seva fórmula química és CH₃-CH₂-OH. Es pot definir dins dels recursos energètics parcialment sostenibles. S'obté a partir de dos processos d'elaboració: la fermentació o la descomposició dels sucres, així com la destil·lació on es depuren les begudes ja fermentades.

En l'àmbit de la conservació, és el més utilitzat pel baix grau d'alteracions que aquest produeix sobre la matèria en comparació amb la resta d'alcohols. Hi ha dos tipus de producció d'etanol:

- Quan l'alcohol es necessita per a us industrial, s'acostuma a sintetitzar a través una hidratació catalítica de l'etilè mitjançant l'àcid sulfúric, que participa com a reactiu. Una vegada sintetitzat, obtenim una barreja composta per etanol i aigua, que posteriorment es purificarà mitjançant diferents processos. No obstant, tot i ser un procés menys costós, representa només el 5% de la producció d'etanol.
- La fermentació de l'etanol és el procés més utilitzat tradicionalment. Aquesta es realitza mitjançant la fermentació anaeròbica de sucres juntament amb llevat, quan aquests estan en una dissolució aquosa, a través sempre de la destil·lació. Les substàncies amb grans quantitats de sacarosa, midó o cel·lulosa, són les més emprades per aquest tipus de producció.

5.3.2. Aplicacions en la conservació d'història natural:

Un exemple recent com a substitució del formol a l'alcohol, evidenciant el de la reserva del Museu de les Ciències Naturals de Barcelona, fou el *Museum für Naturkunde* (Museu de les Ciències Naturals) de Berlín, capital d'Alemanya, la qual es va poder presenciar de manera personal la seva gran col·lecció d'aproximadament 260.000 espècies animals conservades en alcohol.

En el conjunt d'espècies hi predominen peixos, llombrics, crancs, aranyes, rèptils i alguns mamífers, que poden veure's submergits en uns 81.880 litres de fluid repartit en els pots de diversos volums.

Es tracta d'una de les col·leccions més importants d'Europa, juntament amb la del *Natural History Museum* de Londres. No és només una important font de documentació científica, sinó també un valuós actiu cultural que es va reunir al llarg de diversos segles pels investigadors naturalistes i col·leccionistes europeus, en moltes de les seves expedicions.



Imatge 3. Vitrina amb contenidors del Museu d'Història Natural de Berlín.



Imatge 4. Sala dels contenidors del Museu d'Història Natural de Berlín.

La col·lecció està exposada a l'ala del centre museístic recentment reconstruïda, ja que fou totalment destrossada durant els bombardejos de la Segona Guerra Mundial per l'aviació de l'exèrcit soviètic. 65 anys després del final d'aquesta guerra que va destruir la major part de Berlín, el museu torna a poder disposar, després de la restauració pertinent, de tota la seva extensió. La sala es va reorganitzar per a l'exposició a una temperatura i humitat idònia, així com noves mesures de conservació.

En comparació amb el formol, el grau de toxicitat de l'etanol és molt més baix, així com tampoc altera l'estructura de l'ADN i facilita els anàlisis moleculars. No obstant, també trobem efectes negatius que perjudiquen als exemplars en llargs terminis. Un exemple principal, és la modificació del PH. Aquesta depèn sobretot del tipus de solució i proporcions (amb que està mesclat) i el tipus d'alcohol emprat.

Això és important, ja que les concentracions àcides per sota d'un PH de 6,4 causen desedificació de les estructures dels ossos, mentre que les concentracions alcalines per sobre d'un PH de 7,0 extreuen els teixits tous i les proteïnes.

Encara que l'etanol només sigui miscible en aigua, té la facultat de dissoldre els lípids, així com interactuar amb certes substàncies de la matèria orgànica. Aquest fet fa que la concentració del mateix acostuma a variar progressivament en els exemplars preservats, sobretot en espècies amb més greix corporal.

Els efectes morfològics que es produeixen per l'alcohol a llarg termini, són variables depenent de la solució, però podrien generalitzar-se també per una deshidratació important dels teixits, els quals tendeixen a contraure's modificant la forma de l'exemplar. La degradació dels pigments també n'és un cas a destacar.

Per altra banda, un dels problemes principals que afavoreixen la degradació de manera indirecta, és l'efecte d'evaporació que es produeix per la seva mateixa naturalesa volàtil. Per exemple, aquesta "col·lecció en humit" del Museu d'Història Natural de Berlín, estava en greu perill de perdre's ja que molts dels segells dels pots estaven trencats i les temperatures fluctuants havien causat que l'alcohol s'evaporés.

Al evaporar-se l'alcohol, el fluid deixa de fer les seves funcions com a conservant i provoca una vulnerabilitat cap a la descomposició de la matèria orgànica. Moltes de les etiquetes originals també havien començat a desintegrar-se.



Imatge 5. Etiquetes d'identificació dels exemplars.



Imatge 6. Contenedors amb exemplars conservats en fluid.



Imatge 7. Tauró conservat en alcohol.



Imatge 8. Peix conservat en alcohol.

El projecte *KUR*⁸ immediatament va començar a preservar aquesta col·lecció, els flascons de mostres i la seva documentació primària (etiquetes i articles científics).

⁸ El Programa *KUR* per a la Conservació de Béns Culturals Mobles va ser iniciat conjuntament per la Fundació Federal Cultural i la Fundació d'estats alemanys. De 2007 a 2011, el programa va finançar 26 projectes que van ajudar salvaguarda objectes i col·leccions de gran importància historicocultural summament amenaçades.

El projecte es dedica a desenvolupar i aplicar nous mètodes per emmagatzemar de forma òptima les col·leccions d'aquest tipus, com els museus de tot el món s'enfronten actualment a problemes similars.

Tenint en compte aquest aspecte sobre la volatilitat del producte, l'estabilitat del fluid dependrà doncs, de les proporcions de l'alcohol amb un segon producte mesclat. Aquest participa en la neutralització dels efectes de l'alcohol, disminuint la intensitat de deshidratació i els problemes fisicoquímics que tanmateix comporta.

5.4. LES SOLUCIONS D'ETANOL I AIGUA

L'etanol com a alcohol preservant ha estat utilitzat durant més de 300 anys i actualment provablement és el fluid més utilitzat actualment per a la conservació d'espècimens biològics. La producció anual de l'etanol està en el rang de bilions de litres. Les seves característiques físiques permeten l'efectivitat en moltes aplicacions comercials.

Les solucions d'etanol i aigua han estat els fluids més emprats ja que tenen bones propietats antisèptiques, així com una baixa toxicitat pels usuaris. També cal destacar que mantenen unes condicions estables a llarg termini, tot i que aquestes depenen de molts factors alhora de la preparació de la solució, així com de la manipulació de la mateixa, en el qual es comprovarà en l'apartat posterior "*Assaig experimental*". La concentració del conservant, en aquest cas l'etanol, manté una rellevant importància ja que a partir d'aquestes, es determinen les seves característiques i propietats sobre l'exemplar.

Com bé sabem, l'alcohol és un compost químic molt volàtil, i a la llarga s'ha pogut comprovar que la concentració d'aquest en una solució amb aigua, varia dins del contenidor amb certa tendència a emigrar cap a la superfície del líquid. Aquest fet produeix un desequilibri en les funcions de conservació cap a la mostra.

La quantitat de líquid en vers l'espai atmosfèric dins del contenidor és un punt important a tenir en compte ja que es el mètode pel qual podem equilibrar el medi líquid amb el medi en estat vapor, de tal manera que la proporció d'alcohol sigui el més homogènia possible dins del contenidor.

La Societat de la Preservació d'Història Natural (Collection Fòrum) ⁹ va realitzar una sèrie d'investigacions on es tabula una compilació de les propietats de cada solució d'etanol i aigua en diverses proporcions. L'etanol d'aquestes investigacions realitzades, és absolut i per tant pur les quals s'aproxima al 100% (99,9%). L'etanol desnaturalitzat pot arribar a tenir possibles additius, tals com metanol toluè, acetona, benzè, timol, etc. Les propietats d'aquestes solucions amb additius en la conservació d'espècimens doncs, poden resultar ser molt limitades.

Els tant per cent de volum exposats representen la proporció adequada sobre una temperatura específica dins del volum determinat d'un contenidor. Els resultats es mostren en taules on trobem el tant per cent de volum necessari de les solucions d'etanol i aigua a temperatures de 15°C, 20°C i 25°C en funció de la densitat de l'etanol. En els estudis es calculen paràmetres de volum, pressió de vapor, pressió osmòtica, humitat relativa, punt d'ebullició i congelació, índex de refracció i efectes antisèptics.

Per complir els requisits del fluid conservant sense produir greus alteracions en la matèria, s'ha calculat una proporció estàndard d'un 70% d'etanol amb un 30% d'aigua aproximadament. Aquesta seria la fórmula que actualment s'utilitza de manera universal entre les solucions d'ambdós líquids.

Les proporcions del contenidor juntament amb les concentracions adequades estàndard, depenen també de la mostra o exemplar. Segons els experts, la conservació en fluid més adequada s'estableix en 5 parts de solució per volum de matèria.

5.4.1. Investigacions de densitat en solucions hidroalcohòliques:

Els investigadors Francesc Uribe i Miguel Prieto del departament d'Invertebrats del Museu de les Ciències Naturals de Barcelona, van realitzar també una sèrie d'estudis de densitat amb cargols de terra¹⁰.

⁹ Resultats a l'article científic: *Physical Chemical Properties of Preservative Solutions- I: Ethanol-Water Solucions* per Robert Waller i Thomas J. K. Strang. *Collection Forum*, 12(2), 1996, pp 70-85.

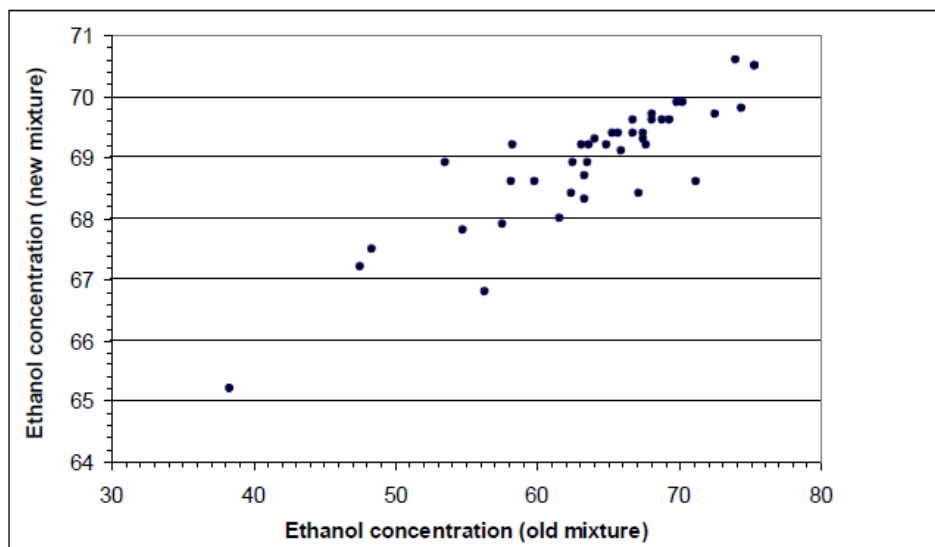
¹⁰ *Ageing of ethanol-Water Preservative Mixtures For Malacological Samples: Changes in their Preservative Properties* per Francesc Uribe i Miguel Prieto. Any 2011.

Després de mantenir-los anteriorment durant quatre anys en contenidors amb solucions d'etanol i aigua (70%-30%), es van observar canvis visibles en la migració dels olis cap a la superfície, així com uns valors en la concentració d'etanol inferiors a 70% (en alguns casos <50%).

L'experiment va començar reemplaçant novament el fluid de cadascun dels contenidors amb l'exemplar amb les proporcions estàndard. Durant aproximadament un mes, es va mesurar la concentració de l'alcohol de manera gradual en cada contenidor amb l'ajuda d'un densímetre digital, per tal d'observar els possibles canvis produïts.

Els resultats van ser sorprenents. Un cop es van comparar les concentracions antigues amb les noves en un gràfic, es va observar que els punts dels resultats tendien a formar una recta de correlació.

Gràfic 1: extret de la Concentració d'etanol actual en comparació amb l'original.



Les mostres que havien patit un descens en la concentració d'etanol important, en les noves concentracions tendien a descendir novament. Tot i que a curt termini no es poden establir uns resultats fixes, com en la majoria d'experiments en l'àmbit de la conservació, sembla ser que les condicions de conservació originals, poden arribar a afectar a la qualitat del nou conservant aplicat. Això indica que els nous resultats poden haver esdevingut a causa d'una tendència de la matèria a restablir-se en l'estat anterior en el qual havia estat conservada, com si d'una memòria es tractés.

6. ASSAIG EXPERIMENTAL

6.1. VISIONS PRELIMINARS

Com hem vist, la problemàtica sobre la inestabilitat de l'alcohol és un dels aspectes amb més preocupació sobre la conservació d'espècimens en fluid. Resulta important que la concentració d'aquest estableixi la norma estàndard per tal de poder complir les seves funcions antisèptiques. De no ser així, la matèria orgànica per la qual es componen els exemplars biològics es veuria submergida en l'aigua i una sèrie de compostos com greixos i proteïnes de l'organisme que han anat emigrant cap al fluid i que amb el temps, podrien provocar la mateixa degradació contràriament a la conservació.

Però fins a quin punt resulta la matèria el punt d'inflexió sobre la inestabilitat de les solucions? El propòsit d'aquest experiment és la investigació sobre la variabilitat de la concentració i la probable inestabilitat del fluid i la matèria conservada en ell. S'analitzaran de manera pràctica, els canvis efectuats al llarg d'un termini limitat (un mes i una setmana), es a dir, si la concentració d'alcohol tendeix a decreixer o incrementar al llarg de l'experiment.

Per fer-ho, s'utilitzaran diferents mesclades i proporcions de fluids amb etanol sobre exemplars de la mateixa espècie, de tal manera que ens permeti realitzar una comparació sobre les concentracions i la seva tendència inestable envers la proporció d'etanol i d'aigua.

Abans però, s'ha de saber que la investigació en l'àmbit de la conservació comparteix una branca experimental molt complexa en que la qual es necessita paciència, ja que els resultats d'una mateixa tipologia de mostra poden ser molt variables i hipotètics.

L'objectiu de la pràctica no és regeix únicament en el descobriment d'un producte eficaç per a la matèria posada en pràctica, sinó també en la recerca dels diversos mètodes analítics que es poden aplicar durant aquest el procés.

6.2. ESPAI DE PRÀCTICA

L'experiment es realitzarà a la planta -1 de l'edifici de l'edifici de Zoologia, pertanyent al Museu de les Ciències Naturals de Barcelona. En aquesta planta es troben gairebé tots els laboratoris de recerca, tant per la part d'investigació com la de documentació.

Consta de diversos despatxos organitzats paral·lelament, on principalment biòlegs i restauradors- conservadors, realitzen les tasques més importants per a la conservació i disposició de cadascuna de les col·leccions.

En aquest espai, també s'ubica el laboratori de taxidèrmia, que és on es realitzen les naturalitzacions de les espècies animals que arriben al museu un cop morts. Un altre laboratori important a destacar ja que és on es realitzarà la pràctica en concret, és el *laboratori dels alcohols*, on es troben els nombrosos exemplars conservats en fluid. Es divideixen per famílies, cadascuna d'elles, reunides en diversos armaris separats, especialitzats per a l'emmagatzematge de col·leccions.

En aquest laboratori trobem també el congelador per a la conservació de mostres a -80 graus. A l'exterior del laboratori, just al costat hi trobem un petit espai on s'ubica un segon congelador a -20 graus i una nevera a 0 graus per a l'eliminació de plagues.



Imatge 9. Armaris d'emmagatzematge de contenidors amb fluid.



Imatge 10. Taula de laboratori amb el material per a la pràctica.



Imatge 11. Interior dels armaris.



Imatge 12. Contenidors amb invertebrats.



Imatge 13. Pops conservats en alcohol.



Imatge 14. Detall de pop en fluid.

6.3. METODOLOGIA

6.3.1. Exemplars emprats:

La primera fase del projecte consisteix a introduir en fluid els exemplars seleccionats de la mateixa espècie que ens permetin operar sobre elles sense restricció. Els exemplars escollits són *larves d'escarabat*, o comunament anomenades *cucs de la farina*¹¹, ja que els beneficis que ens aporten en aquesta pràctica són nombrosos. Es tracta d'una espècie utilitzada majoritàriament com a aliment viu per a mascotes exòtiques insectívores com rèptils i aus, o per a la pesca.

Tenen un gran component lipídic i proteïnes degut a que necessiten reserves energètiques durant la metamorfosis. A mesura que van madurant, el color passa de blanc a marró mitjançant diverses mudes de pell.

Poden arribar a superar els 2 cm de longitud i de 2 a 3 mm de gruix. Aquest fet ens indica que per una banda, la mida és favorable ja que són espècimens petits, la qual cosa ens facilita el treball al introduir l'exemplar sencer sense realitzar talls histològics previs. En segon lloc, la mateixa forma ens pot ajudar a identificar amb més facilitat l'hipotètic grau de torsió que s'hagi pogut produir durant l'experiment.

Aprofundint en la qüestió, també podem esmentar que no és el mateix un tall histològic, que un exemplar sencer dins del contenidor i que per tant es podria considerar la rapidesa dels efectes segons la mida de l'exemplar. Quan es volen realitzar proves a curt termini amb un exemplar de mida considerable, és preferible desprendre'n parts alíquotes de teixit muscular per nodrir l'experiment.

L'avantatge seria que l'efecte de la deshidratació no estaria limitat per cap barrera corporal i la desitjable homogeneïtat de la mostra quedaria més que garantida. En aquest cas no caldrà realitzar cap tall histològic ja que les proves es realitzaran sobre exemplars de mida petita.

¹¹ *Tenebrio Molitor*: conegut per la seva forma larvària, és una espècie de coleòpter de la família Tenebrionidae. Es tracta d'una de les espècies més cultivades com a complement alimentari dietètic per a tot tipus d'animals insectívors.

6.3.2. Solucions i proporcions:

S'iniciarà la pràctica mitjançant la preparació dels diversos tipus de fluids i la preparació dels exemplars en cada contenidor amb conservant. Calcularem de manera seqüencial la densitat del fluid amb la mostra durant un mes i una setmana. Per fer-ho, utilitzarem un *densímetre digital*¹² (Mettler Toledo Densito 30PX) amb el qual es mesurarà de manera gradual el fluid conservant de cadascun dels contenidors. Les mescles que s'empraran per a la pràctica són les següents:



- Necessitarem 6 contenidors de polipropilè amb tapa hermètica, de 50 ml per cadascuna de les 3 fórmules. Per tant: $6 \times 3 = 18$ contenidors en total.
- Utilitzarem 4 exemplars per a cada contenidor exceptuant-ne un de cada fórmula sense mostra. Per tant: $4 \times 18 = 72$ exemplars en total.



Contenidors amb 4 exemplars en fluid



Contenidor amb fluid sense exemplar

El contenidor amb fluid sense exemplar serveix per a comparar la possible variabilitat de la densitat entre contenidor amb mostra i sense. Es tracta doncs, d'un segon punt analític en cas de que la mateixa densitat i concentració alcohòlica del fluid sense exemplar variï durant el transcurs de

¹² *Densímetre: Es tracta d'un instrument que mesura la densitat relativa o gravetat específica dels líquids. Aquesta es defineix com la relació (rati) de densitat de la substància en comparació amb la d'un material de referència o una temperatura prescrita. Generalment és un vidre foradat que flota amb un bulb en el seu extrem que conté un material pesat com el plom o el mercuri i una tija amb marques d'una escala calibrada. Avui dia existeixen densímetres digitals que també ens calculen la concentració de solucions aquoses.*

la pràctica a causa de segones condicions interactives per part del medi circumdant.

Durant el procés experimental realitzarem altres observacions analítiques en les possibles alteracions que s'hagin pogut efectuar tals com la pèrdua de pigmentació i grau de torsió. Aquests dos paràmetres s'analitzaran de manera visual un cop s'extreguin les mostres dels fluids.

6.4. PROCÉS EXPERIMENTAL

6.4.1. *Exemplars emprats:*

En primer lloc, apliquem unes gotes d'acetat d'etil en un material absorbent com paper dins d'un pot hermètic. Normalment s'apliquen serradures, però el paper deixa més net l'exemplar. L'àcid acètic elimina pràcticament l'oxigen i crea una atmosfera que serveix com a verí. El cos queda relaxat i triga a penes uns minuts a morir a diferència de l'alcohol, que triga molt més i els deixa cargolats. Aquest mètode va bé quan el conservador organitza i col·loca l'insecte sobre estructures planes per a l'exposició, ja que les potes estan més flexibles i no pas rígides. Antigament s'utilitzava cianur, però és molt més tòxic i no relaxa tant els teixits.

Per alimentar l'experiment analític, es van senyalar els contenidors a partir d'una numeració (de l'1 al 18), sense identificar el tipus de fluid de cadascun. D'aquesta manera, es fa més suggestiva la recerca sense prejudicis sobre els possibles efectes de les solucions en la matèria.

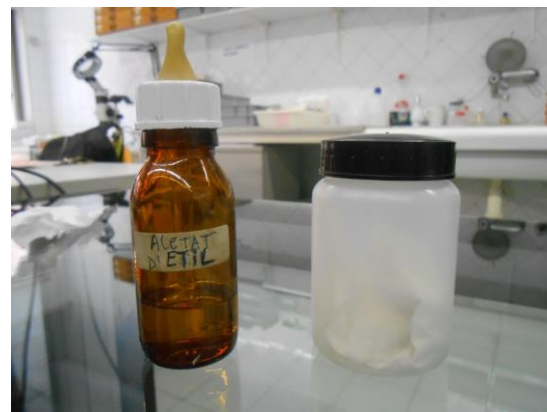
Els resultats d'anàlisi de les diferents densitats es s'aniran apuntant de manera numèrica amb la intenció de poder resoldre'n els dubtes al final de l'experiment i comprovar si hi tenen relació.

Afegirem 4 exemplars per pot amb l'ajuda d'unes pinces, de manera que en quedin lliures tres. Finalitzada l'operació, realitzem una prova amb el densímetre per saber la concentració exacta d'alcohol inicial i a partir d'aquí comencem a realitzar les proves amb certs intervals graduals.

6.4.2. Documentació fotogràfica durant la realització experimental:



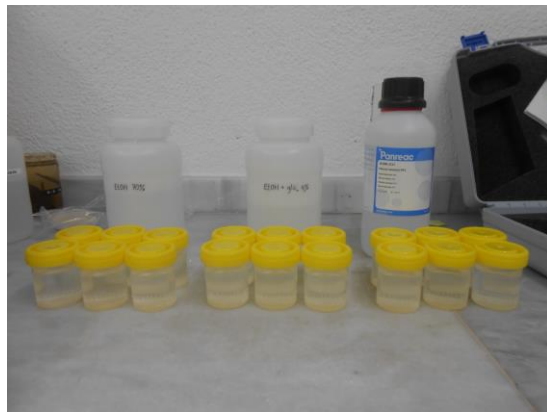
Imatge 15. D'esquerra a dreta: H₂O, etanol absolut, EtOH 70% i EtOH + glic. 4%.



Imatge 16. Aplicació de l'acetat d'etil.



Imatge 17. Introducció de les larves en els fluids.



Imatge 18. Conjunt de contenidors preparats.



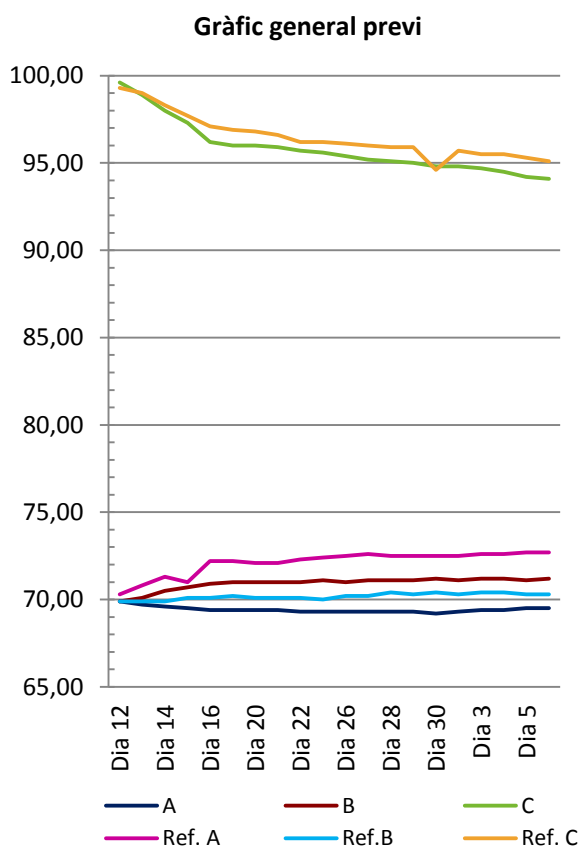
Imatge 19. Densímetre.



Imatge 20. Detall d'anàlisi de densitat.

6.5. RESULTATS

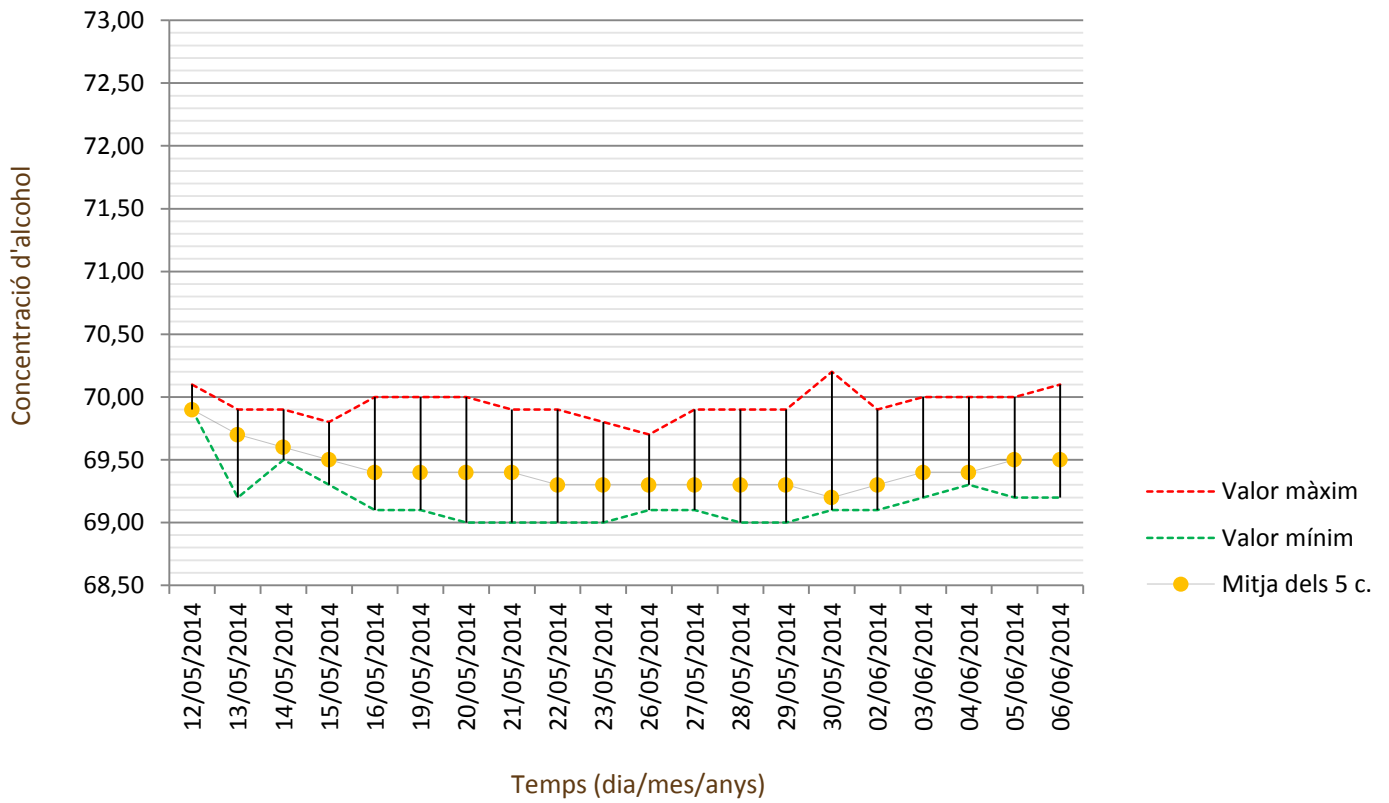
Al principi de l'experiment, es varen realitzar diversos anàlisis de densitat



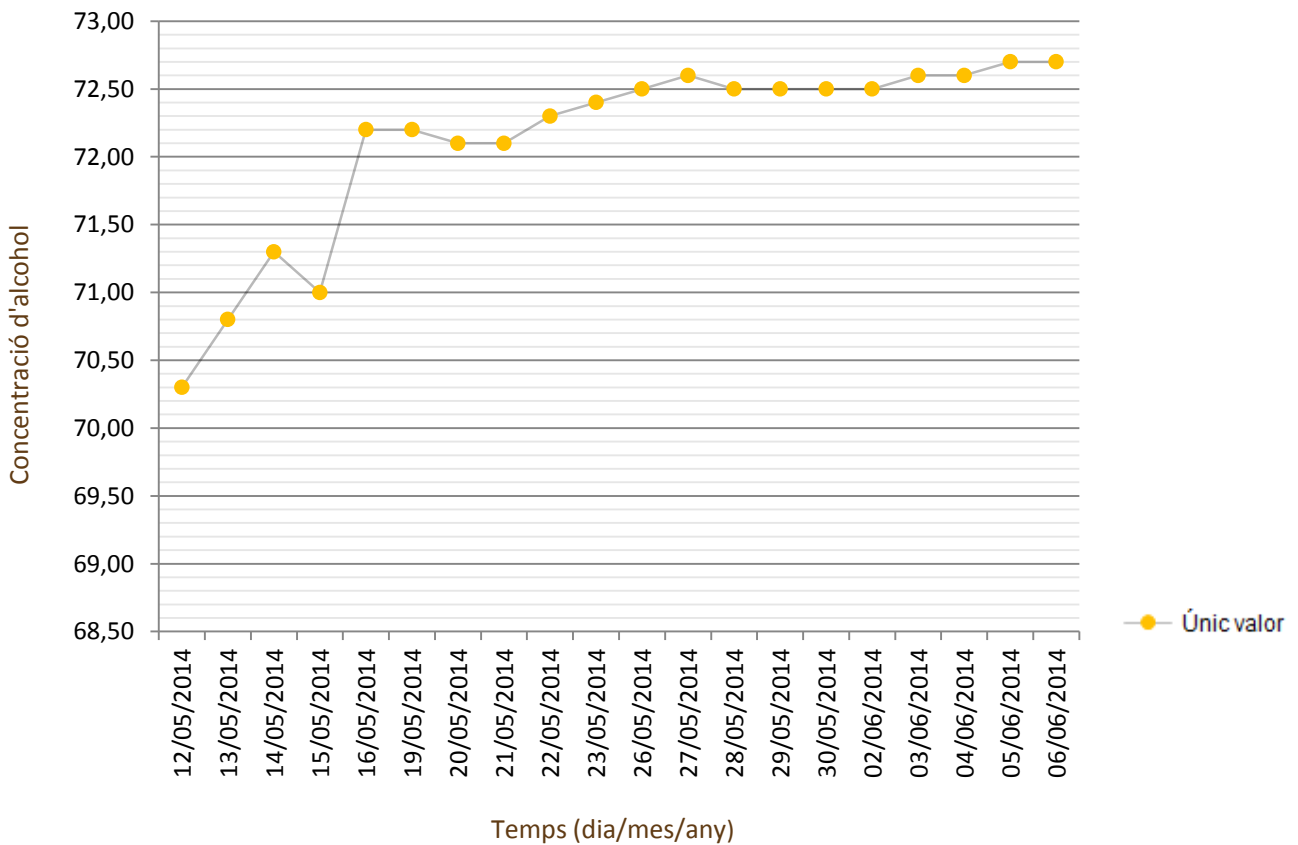
en un mateix dia, durant 5 dies consecutius. A partir del sisè dia només se'n realitzava un anàlisis per dia. Aquest fet fou pensat amb la intenció d'esbrinar les possibles variacions durant els primers moments al introduir els exemplars en els respectius fluids, ja que amb el temps aquests tendeixen a estabilitzar-se. En termes genèrics les variacions produïdes en la concentració d'alcohol van ser diverses. La temperatura ambiental al llarg de tot l'experiment, ha anat augmentant relativament des del primer dia fins a l'últim i aquest fet, ha marcat diferències d'entre 22 a 23,5° en el densímetre.

- El grup A: són els contenidors amb solució hidroalcohòlica i glicerina. Les dues gràfiques, tant la dels exemplars com la de referència, mostren dos tipus de resultats molt diferents. Mentre que la primera tendeix a decreixer, la referència augmenta en la seva concentració respecte la original.
- El grup B: en aquest grup amb solucions hidroalcohòliques, mantenen una tendència similar d'increment tant en els contenidors amb mostra com la referència. No obstant, s'observa un augment més intents en els contenidors amb exemplar.
- El grup C: pertany al dels contenidors amb alcohol absolut, en els quals observem una pendent decreixent respecte els fluids anteriors, tant en els que contenen mostra com en la referència. Els valors mínims de la referència superen els valors mínims dels contenidors amb mostra, i per tant aquests últims encara tenen una tendència més gran a decreixer en comparació amb la referència.

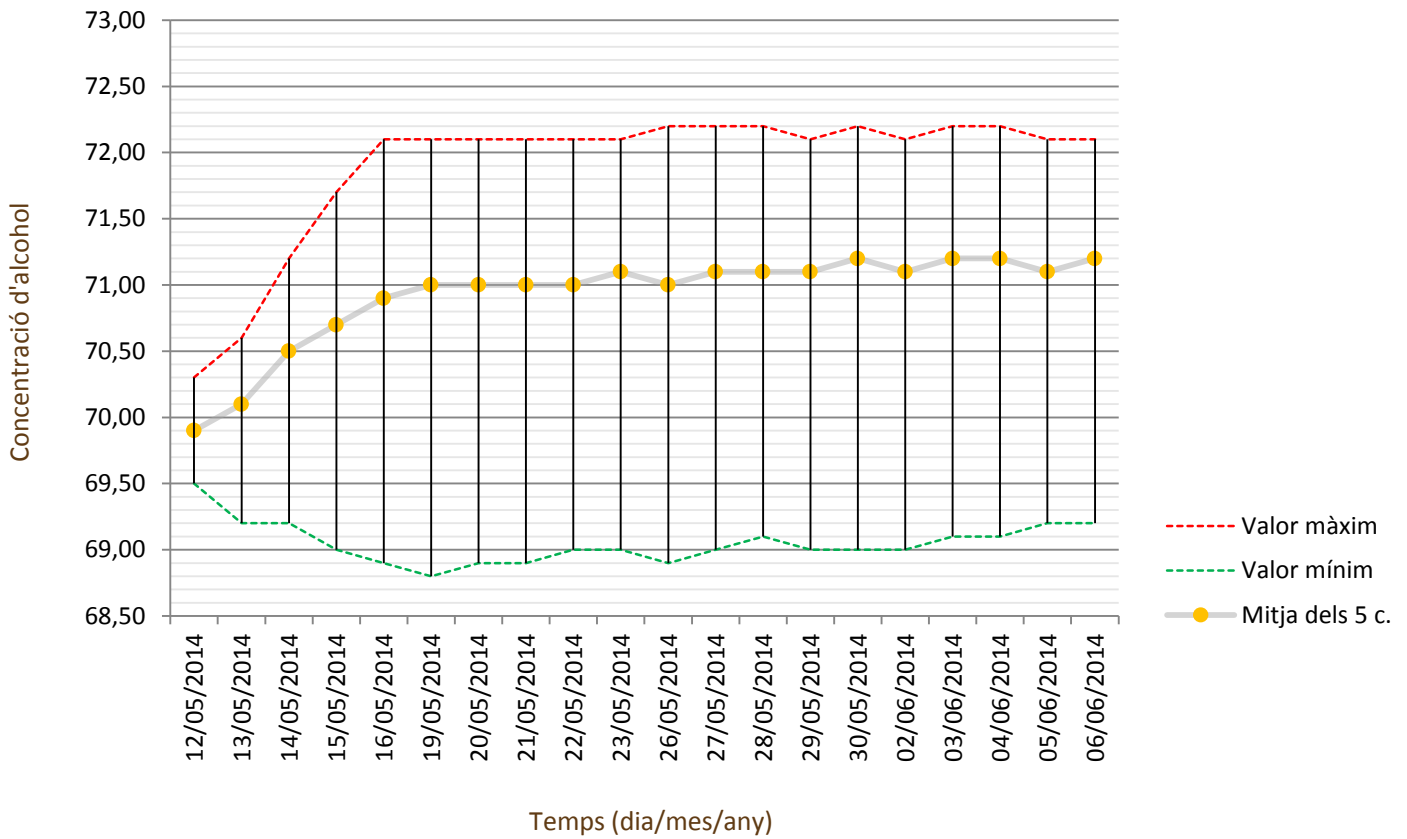
Grup A: 70% d'Alcohol + 26% d'aigua destil·lada 70% d'alcohol + 4% de glicerina



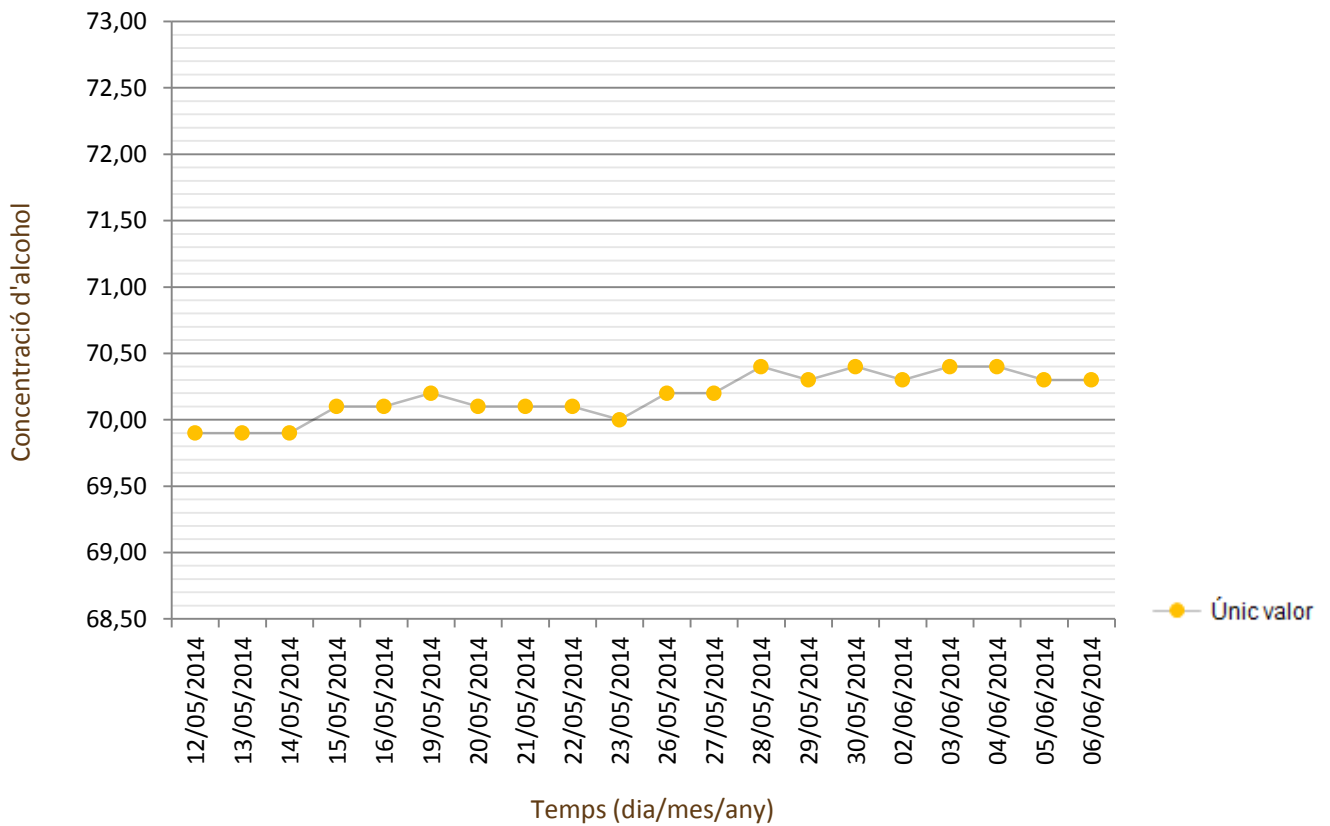
Consenidor sense exemplars (A)



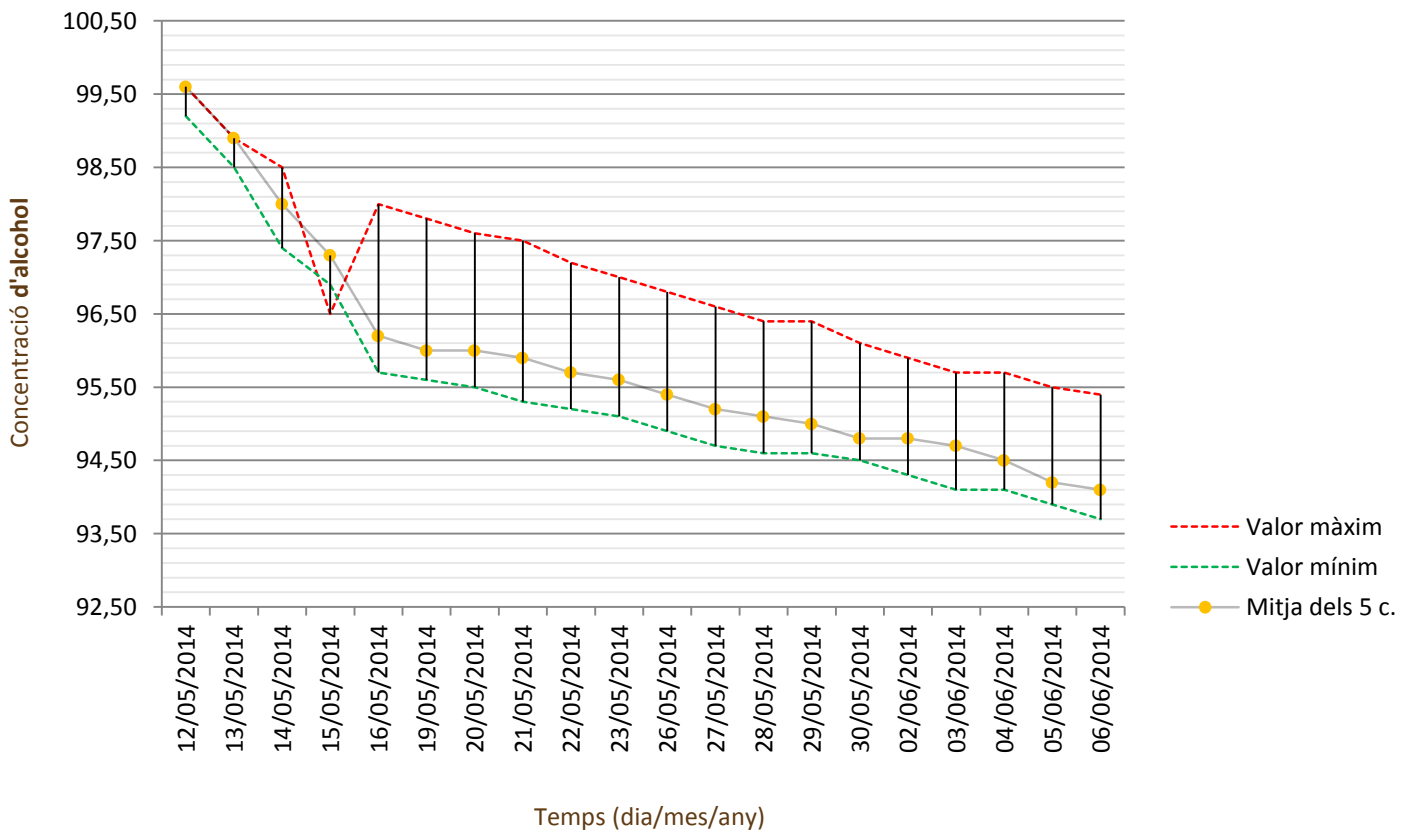
Grup B: 70% Alcohol + 30% aigua destil·lada



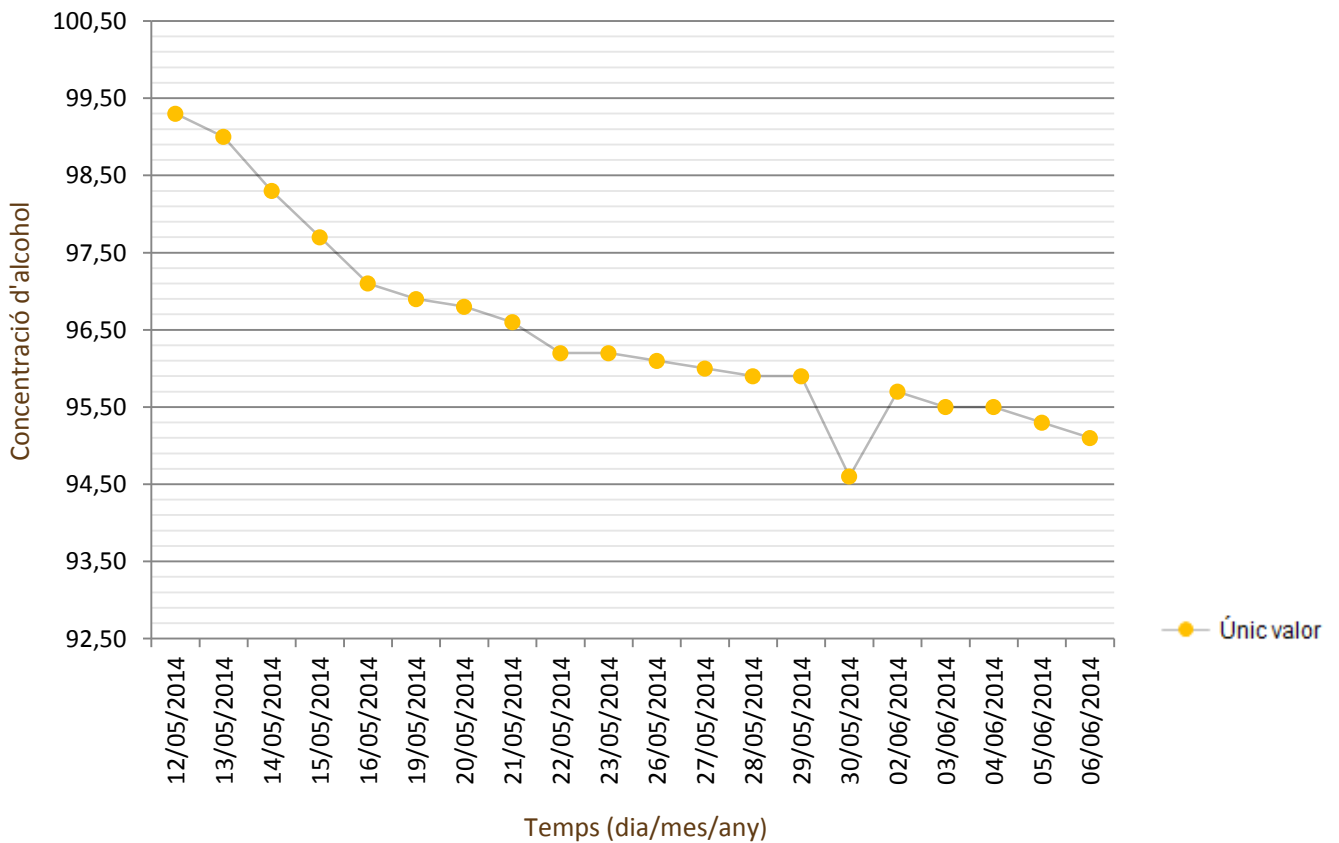
Contenedor sense exemplars (B)



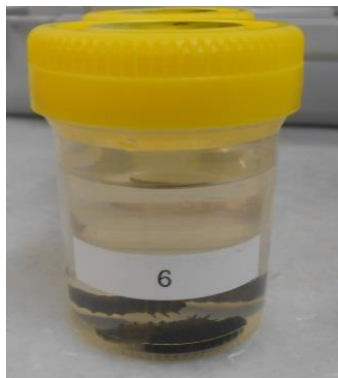
Grup C: alcohol absolut



Contenedor sense exemplars (C)



Pel que fa a la coloració dels organismes, podem dir que els exemplars dels números 2, 5, 11, 13 i 16, han patit un enfosquiment força diferenciable en comparació amb la resta durant la primera setmana, essent aquests els de l'alcohol absolut. No obstant, les últimes setmanes han tornat a aclarir-se, en comparació amb els de la resta de contenidors.



En quant als canvis de torsió, podem observar una petita retracció general de manera visual en gairebé tots els exemplars conservats en diferents proporcions de fluid. No obstant aquesta és més intensa en els que estan en alcohol absolut. Tots els paràmetres s'han representat en taules per tal de facilitar la informació obtinguda. *Veure "resultats de l'assaig experimental" a l'apartat d'annexos.

Imatge 21. Canvi de coloració.

Resultats morfològics			
Fluid	Contenidor	Color	Torsió/contractura
A: 70% Alcohol + 26% aigua destil·lada + 4 % glicerina	1	±	±
	7	-	±
	8	±	+
	10	+	+
	18	±	+
B: 70% Alcohol + 30% aigua destil·lada	3	+	±
	6	-	±
	9	-	±
	12	+	+
	17	±	+
C: 99,9% Alcohol	2	±	-
	5	-	-
	11	-	±
	13	±	±
	16	-	-

A correspon als pots:, B correspon als pots: i C correspon als pots:

- + Estat de conservació en un marge acceptable, aparentment mantingut (bo).
- Estat de conservació deficient (dolent).
- ± Estat de conservació acceptable però amb forces canvis (regular).

6.6. DISCUSSIONS

En primera instància, no podem assolir una sola resposta que ens englobi els efectes sobre la pràctica. Vista l'amplia gama de possibilitats que poden determinar els diversos resultats obtinguts, podem establir diferents hipòtesis a tenir en compte segons els factors que hagin pogut intervenir durant l'assaig experimental.

6.6.1. Variabilitats de concentració del fluid:

S'han observat variants tant d'augment com de disminució de la densitat en els diferents contenidors. Aquests canvis, poden haver-se efectuat per diverses causes:

- *Efectes de volatilitat:* com s'esmenta en l'apartat de "*solucions d'alcohol i aigua*", existeixen certes investigacions reflectides en l'equilibri entre el medi líquid i el medi vapor dels dos components dins del contenidor. Al mantenir un contacte amb l'atmosfera, la mescla es desequilibra. Un cop tancat el contenidor, el líquid intenta restablir-se de manera que la seva concentració sigui la mateixa que a la del vapor. Aquest fet fa que baixi la concentració del líquid.

Per altra banda, l'alcohol també té propietats absorbents de la humitat atmosfèrica gràcies a la formació de ponts d'hidrogen, possibilitant a ser aquest un segon efecte decreixent sobre la seva concentració.

Aquestes reaccions poden produir-se sobretot en el grup C, en el qual l'alcohol absolut s'evapora amb més facilitat ja que no conté cap estabilitzador com les solucions del grup A i B.

- *Factor d'osmosis:* es tracta d'un fenomen relacionat amb el moviment d'un solvent a través d'una membrana semipermeable, en el qual es produeix una difusió simple a través de la membrana. Les variants dels resultats poden haver-se produït de dues maneres:
 - Disminució de la densitat en el fluid: Per una banda, el fet de que l'alcohol pot penetrar amb més facilitat a l'interior de la matèria, fa que la concentració al líquid disminueixi.

Quan aquest penetra, també dissol segons quines substàncies de la matèria orgànica, tals com lípids i proteïnes que fan que la concentració d'alcohol decreixi conseqüentment per la introducció de nous elements en el medi aquós.

- Augment de la densitat en el fluid: Per altra banda, en els contenidors on s'ha incrementat la concentració d'alcohol, pot haver-se produït una retenció d'aigua per part de la matèria, fent que l'alcohol es concentri més en el fluid.

El fet de que els contenidors amb mostra com els del grup A, estiguin per sota del nivell de concentració de la referència, ens indica que la matèria pot estar intervenint en els resultats de densitat.

- *Possibles interaccions amb les parets del contenidor:* Al llarg de la història fins a l'actualitat s'han realitzat principalment de vidre. Els primers contenidors substituïts del vidre van començar als anys 80, per reduir el cost del material mitjançant pots de plexiglàs. Avui dia els contenidors de vidre s'estan substituïnt per plàstic de polipropilè, que són els que s'han emprat en aquesta pràctica.

Per regla preventiva, en cas d'accident s'ha de prevenir l'impacte que aquest podria causar a la mostra. Si el vidre es trenca, es podria carregar l'exemplar, mentre que el plàstic té moltes menys probabilitats.

Són molt utilitzats en l'actualitat per a l'emmagatzematge d'exemplars, ja que per altra banda són lleugers i facilita la manipulació de les col·leccions. No obstant, encara avui dia no s'ha obtingut una fiabilitat completa pel que fa als efectes produïts entre les solucions hidroalcohòliques i el plàstic. Per aquest motiu caldria fer-ne un estudi acurat sobre les possibles interaccions a llarg termini.

- *Efectes de la temperatura:* com bé sabem, la temperatura i la humitat juguen un paper rellevant sobre els efectes degradants dels materials orgànics. Subseqüentment, és necessari realitzar qualsevol experiment sota unes condicions mediambientals controlades. Els canvis poden provocar alteracions pel que fa respecte als possibles resultats, per tant es precisa d'una estabilitat tèrmica.

Les proves de la pràctica s'han realitzat en *el laboratori dels alcohols* del Museu de Zoologia de Barcelona, amb una temperatura de 22 C° i 23,5 C° a final de l'experiment. L'edifici sencer, es manté controlat mitjançant termòmetres i higròmetres que informen sobre l'estat ambiental a l'interior del mateix. A la planta subterrània acostuma a ser més elevat el rang d'humitat i temperatura en comparació amb els pisos superiors, sobretot en dates d'estiu.

La temperatura va relacionada amb la densitat. El fet d'augmentar la temperatura, fa que les molècules de l'aigua es dilatin i la seva densitat disminueixi, produint una concentració d'alcohol més elevada. El fet de que hagi augmentat la temperatura progressivament, no deixa de ser un factor a tenir en compte que pot estar influenciant de manera indirecta a les concentracions de líquid, especialment aquelles amb tendència a incrementar la densitat d'alcohol.

A part de la interacció de la matèria, aquesta pot ser una causa paral·lela o individual en el contenidors amb tendència d'increment d'alcohol. Un exemple és la referència del Grup A, en la que no només hi ha etanol, sinó també glicerina que correspon a un altre alcohol. L'aigua d'aquesta solució pot haver-se afeblit encara amb més facilitat.

6.6.2. *Variabilitats morfològiques de la mostra:*

- *Alteració de pigments:* Els de l'alcohol absolut tendeixen a enfosquir-se amb més rapidesa que la resta. La primera setmana ja presentaven una tonalitat molt més intensa. L'efecte inestable dels colors ocorre per la mateixa degradació dels pigments dels quals es compona la matèria, un cop l'acció vital de les cèl·lules deixa de funcionar.

L'alcohol pot haver efectuat l'accelerament d'aquest procés de canvi en els pigments. No obstant, amb el pas de les setmanes, em pogut observar una variació respecte el canvi de color pel que fan les mostres de l'alcohol absolut amb la resta. Hipotèticament, podria tractar-se d'un "rovellament" a causa de la elevada concentració del mateix.

- *Deshidratació*: la torsió és un altre efecte que majoritàriament està causada per la deshidratació del material. Com bé sabem, l'alcohol tendeix a deshidratar absorbint les molècules d'aigua, i al fer-ho, els teixits es contrauen i creen un grau de refracció considerat. Per tant, pot haver-se produït un lleuger canvi de volum en l'espècimen, juntament amb altres patologies fruit de l'alteració provocada per la solució.

Aquest és entre els anteriors, un efecte força comú en les col·leccions les quals, els efectes de la deshidratació venen determinats pel tipus de matèria orgànica que conforma l'exemplar. No és el mateix conservar en solucions d'alcohol un material gelatinós i flexible com el cas d'una medusa, que rígida com el d'un insecte, on la *quitina*¹³ és més vulnerable a esquarterar-se.

D'aquesta manera, les proporcions i les aplicacions d'additius relaxants en les solucions d'etanol i aigua, també varien en funció de l'espècimen i les seves propietats físic i químiques.

6.7. CONCLUSIONS

Un factor important, com en gran part del mètodes de conservació, és el temps. Els resultats més fiables acostumen a aparèixer en qüestió d'un temps determinat d'espera que pot ser variable en anys. Les alteracions del material orgànic venen donades principalment pels processos d'envelliment, de manera que indirectament, el fluid serveix com a retardant d'aquest procés de descomposició. Només amb el temps s'esdevé la seva veritable efectivitat.

Es per això, que dins d'un espai perllongat, es permet analitzar amb més exactitud quins resultats ens determinen la tendència cap a certes variabilitats en el seu estat, tant de la matèria com del fluid i per tant, en aquest experiment limitat, només podem extreure'n aquestes hipòtesis que ens faciliten la comprensió cap les possibles causes veritables.

¹³ *Quitina (Poly-N-acetyl-glucosamina): Polisacàrid similar a la cel·lulosa descobert al 1811 pel químic i farmacèutic Henri Braconnot (1780-1855). Aparentment dur i incolor, es tracta d'un dels components principals que aporta rigidesa, present a l'exosquelet dels insectes, aràcnids, àcars, crustacis, etc. També es troba a les parets cel·lulars d'alguns fongs així com en altres organismes nematodes.*

Avui dia podem realitzar proves metodològiques mitjançant la implicació de temperatura (com la DSC¹⁴), que permet accelerar alguns efectes d'envelliment i realitzar comparacions amb teixits sense conservants. Quan una mostra està sota el conservant, el més lògic (però no sempre així), és que necessiti una temperatura més elevada que en la mostra de referència per tal d'arribar als efectes de degradació.

Així doncs, aquests resultats ens poden aproximar cap a la resposta d'aquesta incertesa sobre l'efecte del fluid, però no seran pas del tot fiables. Depenen de diversos factors, tals com la pròpia vulnerabilitat del material amb el medi que l'envolta i que el condiciona a una velocitat d'envelliment determinada.

Amb això es pretén aclarir que potser una tipologia de material orgànic reacciona amb més rapidesa que una altre, però les alteracions a llarg termini poden ser variables i comparables entre elles, essent aquestes segones inclusivament més intenses que les de la primera tipologia. D'aquesta manera, els resultats no només es basen en els efectes del fluid cap a la matèria de manera indirecta, sinó també en la interacció de la matèria de manera directa amb el fluid.

Enllaçant les hipòtesis anteriors sobre els resultats obtinguts, podríem arribar a una conclusió que ens permet obtenir certes afirmacions de suma importància alhora de manipular les col·leccions preservades en fluids. Com hem pogut observar, siguin les causes que siguin, els canvis de concentració son relativament inevitables.

Aquesta variació depèn d'una sèrie de factors esmentats anteriorment, que dificulten la pròpia estabilitat del producte tot hi mantenir un control mesurat. El fet de que les mateixes referències sense mostra, hagin patit un canvi de concentració elevat en un temps relativament curt, ens indica que s'ha produït una interacció més enllà de la matèria orgànica per part del fluid, el més probablement amb l'atmosfera.

¹⁴ DSC (*Calorimetria diferencial d'escombrat*): tècnica termo-analítica que consisteix a sotmetre una mostra i una referència sota una temperatura igual o similar durant el procés experimental. Quan la mostra pateix una transformació física, com una transició de fase o degradació, es necessitarà que flueixi més o menys calor a la mostra de referència per mantenir ambdues a la mateixa temperatura, y aquesta diferència és el que es registra. D'aquesta manera el termograma mostra el flux calorífic versus la temperatura.

Així doncs, no tan sols podem determinar que es tracta d'una reacció entre mostra i fluid, sinó també d'una relació amb el medi circumdant, produït per la mateixa acció d'obrir i tancar el contenidor. Precisament a partir del dia 16, es mostra un canvi més estable donat que els anàlisis es realitzaven únicament una vegada al dia i no tres com al principi.

Només per l'acció d'analitzar la concentració, ja es produeix un canvi d'estat. L'obertura gradual dels mateixos implica un canvi important en el fluid al reincorporar-se constantment amb l'atmosfera, i d'aquesta manera, servint com a medi de fuga inevitable per l'alcohol al ser més volàtil. Amb això podem dir que la manipulació de les col·leccions en fluid comporten un risc de canvi en la concentració de l'alcohol, com acostuma a passar sovint durant les intervencions efectuades pel mateix conservador.

Per altra banda, no només es produeix una variabilitat en la concentració d'alcohol pel que fa l'obertura i tancament del pot. La mateixa mesura amb el densímetre podria no resultar de total eficàcia. Per molt que s'expulsi el líquid mitjançant la pressió exercida, poden quedar petites proporcions dels líquids anteriors continguts a la sonda, que per diminita que sigui la diferència, s'arrossegueu d'un contenidor a un altre interferint en les concentracions.

Així doncs, podem dir que la recerca d'un mètode eficaç de prevenció, no s'hauria de regir únicament per l'estudi de l'exemplar i les aplicacions de conservació sobre el mateix, sinó també per les accions i metodologia de manipulació.

Realitzar un control rigorós sobre la mesura d'aquestes concentracions mitjançant densímetres i eines especials, implica l'obertura dels contenidors, així com també la interacció amb noves matèries, afeblint doncs, la pròpia estabilitat. Si l'alcohol arriba a ser inferior als mínims establerts de manera estàndard (70% en mesclures hidroalcohòliques), deixa de fer la seva funció com a conservant.

I quins mètodes podríem emprar per mantenir aquest control sobre les col·leccions sense necessitat d'obrir els contenidors i alterar l'estabilitat dels fluids amb l'atmosfera?

El Sistema d'Indicadors d'Alcomon:

Fa relativament poc, l'any 1999, *Andries J. van Dam*, conservador del Museu d'Anatomia de la Universitat mèdica de Leiden als Països Baixos, va inventar el Sistema d'Indicadors d'Alcomon. Es tracta d'un mètode que consisteix en la introducció al fluid de dos petites pastilles plàstiques indicadores que vigilen la concentració d'etanol sobre els exemplars conservats en fluid.

El sistema ens determina si la concentració d'etanol està per sobre o per sota dels nivells específics en que es relacionen amb les propietats antisèptiques del mínim necessari per ser efectuades d'etanol.

Amb aquest mètode, s'evita l'obertura del contenidor constantment, la qual cosa representa una fuga per a l'alcohol volàtil i com a conseqüència la seva decreixença. Per altra banda, també facilita la manipulació del conservador, ja que estalvia temps alhora d'analitzar cada contenidor de manera individual en les grans col·leccions.

Quan la pastilla de 60 (taronja) tendeix a surar i la pastilla de 50 (vermella) es manté al fons, vol dir que la concentració d'etanol està entre 50% i 60%. Quan les dues suren, vol dir que la concentració d'etanol està per sota del 50%. D'aquesta manera, quan les dues pastilles estan posicionades al fons del recipient sense surar, ens indica que la concentració es manté sobre el 70%.

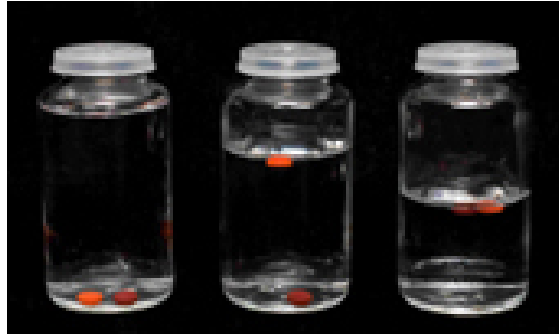
El museu de les Ciències Naturals de Barcelona ja disposa d'aquest nou mètode d'Alcomon per a les solucions d'etanol i aigua a les col·leccions en fluid que es revisen de manera gradual.



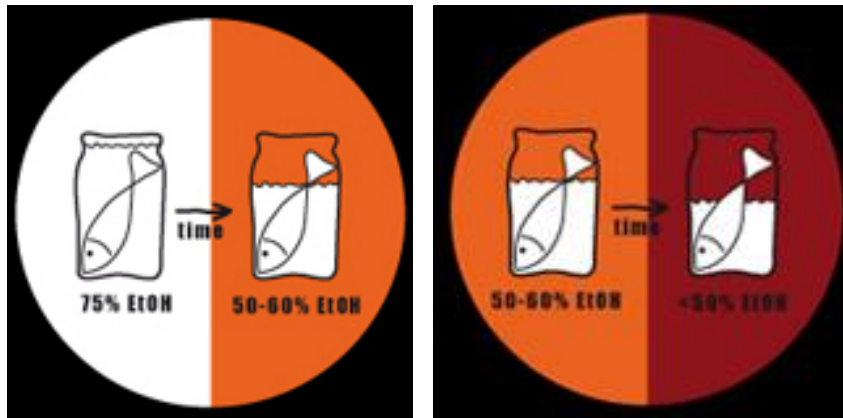
Imatge 22. Pastilles del Sistema d'Indicadors d'Alcomon.



Imatge 23. Aplicació en contenidor amb solució hidroalcohòlica.



Imatge 24. Aplicació en tres tipus de concentració d'alcohol.



Imatges 25 i 26. Reacció il·lustrativa en diferents proporcions.

Es tracta d'un mètode eficaç, però també presenta l'inconvenient de que no ens aporta una xifra exacta en quant a la concentració. Per aquest motiu, en molts experiments, es fa imprescindible l'ús del densímetre per aconseguir un anàlisi més acurats sobre els possibles efectes produïts en certs terminis com a *l'assaig experimental* d'aquest apartat.

En l'actualitat, alguns museus arreu d'Europa ja compten amb aquest mètode de control preventiu. No obstant, existeixen institucions les quals encara no s'ha realitzat ni tan sols el canvi de formol, a l'espera de trobar noves fórmules per a la preservació en fluid, més efectives, sense els inconvenients que l'alcohol comporta, tals com la deshidratació, despigmentació o inestabilitat pel que fa la seva concentració a llarg termini.

7. LA RECERCA DEL FIXADOR

Fins ara hem vist la importància de la conservació d'espècimens com a Patrimoni Cultural, així com l'evolució històrica i científica dels mètodes més utilitzats fins a l'actualitat. No obstant, no tot són avantatges, així com es comprova en la resolució de l'alcohol com a substitut del formol, emprat en l'actual món de la conservació d'exemplars.

Com bé hem pogut observar, l'alcohol tendeix a evaporar-se amb molta facilitat i en solucions manté una concentració molt inestable. A més, també produeix certs canvis morfològics, potser essent aquests en gran mesura amb molta més intensitat que la conservació en formol. Però per altra banda, a diferència d'aquest, l'alcohol no altera a la cadena de l'ADN.

Aquests fets esmentats sobre les reaccions produïdes pel nou substitut, ja utilitzat en els inicis de la conservació en fluids, marquen un conflicte d'interessos que es veuen reflectits pel conservador alhora de preservar l'espècimen o mostra. Aleshores, com hauria de ser el fixador per tal de complir aquests aspectes necessaris en una bona conservació?

Si volem estudiar una cèl·lula o una associació d'elles, per conèixer la seva estructura morfològica i deduir en lo possible les seves funcions, així com la preservació de la matèria amb fins didàctics o culturals, és necessari utilitzar una sèrie de procediments i artificis que ens permetin descriure, comprendre i analitzar la matèria orgànica, complint amb uns requisits a nivell microscòpic de les cèl·lules, teixits i òrgans en general.

Es tracta d'un procés fixador i conservador que pretén mantenir l'estructura intacta evitant els processos propis de desorganització cel·lular que acostumen a presentar-se després que aquestes abandonin el seu hàbitat natural. Els fluids conservants no només prevenen l'autòlisi de les proteïnes, sinó que també coagulen el contingut cel·lular i esterilitzen l'exemplar.

No obstant, el manteniment de la matèria orgànica no només ve influenciada pel medi circumdant amb el que hi interactua, sinó també es regeix per una sèrie de condicions externes que poden produir un avanç de l'envelliment.

La fixació és un procés fisicoquímic gradual i complex, que implica la difusió de fixador en el teixit i una varietat potencial de fenòmens i reaccions químiques. Respecte aquests aspectes necessaris per a dur a terme una bona conservació, podem establir 4 factors principals que el fixador ha de tenir en compte:

- Propietats antisèptiques: el biocida ha de complir amb uns límits mínims de bactericida i fungicida.
- Coeficient de solubilitat d'aigua i greix: s'ha de prevenir la excessiva migració del biocida dins dels teixits greixos, ja que a causa d'això, pot baixar la concentració del conservant i les seves propietats antisèptiques.
- Rang de PH: s'ha de tenir un control del PH, ja que aquest pot variar al interactuar amb la matèria. Les propietats antisèptiques no han de dependre del PH de la solució.
- Toxicitat i inflamabilitat: Ha de ser poc tòxic i poc inflamable per garantir la seguretat del treballador, així com de l'exemplar a preservar.

Tots aquests paràmetres establerts per a les solucions en el món de la conservació, mantenen uns límits mínims i màxims segons els interessos i necessitats bàsiques del producte sobre la matèria orgànica i del manipulador.

Es pràcticament impossible trobar un fixador que conservi perfectament la morfologia cel·lular sense modificar alhora, la composició o estructura de l'exemplar a nivell molecular, ja que es veu condicionat per nombrosos factors que s'exposen principalment sobre les diferents tipologies de matèria orgànica.. Es parlaria utòpicament, d'un *còctel* perfecte que compliria amb les funcions prioritàries de les dues branques, la museística i l'analítica.

No obstant, des de que les autoritats de salut i prevenció són molt més estrictes amb la regulació de l'ús del formol o l'etanol en grans quantitats (molt inflamable), l'interès per la recerca d'alternatives innòcues amb majors efectes positius ha anat incrementant.

En l'actualitat s'obre un gran ventall de possibilitats en investigació sobre la conservació de la matèria per a diferents àmbits, passant des de la preservació de peces anatòmiques per a la pràctica clínica, fins a la preservació d'espècimens zoològics per a institucions patrimonials. La majoria es basen en la reducció del formaldehid en la seva composició, tot i que, donades les condicions necessàries per preservar l'estructura molecular de l'ADN, el personal de cada laboratori determinarà quin mètode s'adapta millor a l'interès de conservació dels exemplars.

7.1. ALGUNES INNOVACIONS ACTUALS

7.1.1. *DMDM-Hydantoin*

Es tracta d'un producte anomenat també "agent d'alliberació de formaldehid" que consisteix en un biocida emprat en els productes del món de la cosmètica. Estudis recents comproven l'efectivitat de la fórmula per a la conservació d'exemplars biològics gracies als seus efectes antisèptics que alhora, mantenen les propietats fixatives del formaldehid, però sense mantenir l'elevada toxicitat en el producte.

Aquest producte químic conté les propietats dels aldehids, tals com la bactericida i la fungicida. És també, miscible en aigua però o en greixos, així com efectiu en solucions àcides, neutres i alcalines.

Això ocorre al tractar-se d'una solució la qual conté un màxim d'entre 1% i 2% de formaldehid lliure i entre un 17% i 18,5% de formaldehid químicament modificat, gracies a un agent que protegeix la molècula del mateix, afeblint la seva toxicitat. De totes maneres, no es recomanable quan es pretén preservar l'ADN de l'espècimen, ja que al contenir formaldehid, pot alterar l'estructura.

A diferència del formol, aquest no polimeritza a baixes temperatures i a més no necessita un estabilitzador. Les baixes concentracions, fan que sigui un producte aplicable per a xampús, sabons líquids o locions. Encara però, no han estat estudiats els efectes per a la conservació a llarg termini d'espècimens, ja que es tracta d'una aplicació relativament recent.

7.1.2. Fòrmula de Thiel

Es tracta d'una fórmula utilitzada per a la conservació principalment de cadàvers humans, amb finalitats d'estudi de l'anatomia tant humana com veterinària. Aquest producte s'utilitza per a les peces destinades a l'àmbit quirúrgic, ja que aporta flexibilitat i coloració. El formol a diferència, acostuma a endurir i a produir canvis de color en l'estructura, tot i que els alcohols encara ho fan més.

La fórmula de Thiel principalment manté els colors dels teixits i la consistència i flexibilitat per a facilitar les practiques dels cirurgians, simulant al màxim possible l'aparença en estat viu. Està format per una barreja de sals juntament amb petites quantitats de formaldehid.

7.1.3. Plastinació (exposició *The Human bodies*)

Tot i no ser un mètode de conservació en humit, cal fer-ne menció, ja que es tracta d'un dels mètodes més actuals i que sembla resultar positiu a llarg termini, mitjançant la inserció d'un conjunt de productes químics. L'aplicació segueix una sèrie de processos per a la seva preservació en sec, sense haver de fer taxidèrmia. En primer lloc es fixa la peça en formol al 5% durant un període determinat, depenent de les condicions físiques de la peça o exemplar. A continuació es realitza una deshidratació, on l'aigua i els lípids dels teixits, es substitueixen per polímers o copolímers. La introducció d'un polímer com la silicona aporta flexibilitat, en canvi, els copolímers com la silicona epoxi tendeixen a deixar el material molt rígid i per tant susceptible a la fragmentació. Per acabar d'endurir la peça, s'utilitzen reactius com la acetona o catalitzadors, així com refrigeradors i càmeres de buit que permeten l'enduriment dels polímers i donen lloc a peces sense olor, seques i perdurables.

La Cúpula de les Arenes, ubicada a Plaça Espanya de Barcelona (Espanya), conta amb una actual exposició temporal, "The Human Bodies".



Imatge 27. Cos exposat

Es presenten 12 cossos complets i més de 150 òrgans individuals conservats mitjançant el mètode de plastinació. Les seves finalitats didàctiques permeten també analitzar els efectes en primera mà, produïts pels mals hàbits, tals com el tabaquisme o l'alcohol.

8. CONSIDERACIONS

El simposi exposat en pàgines anteriors sobre les noves investigacions en mètodes conservants, ens informa i proporciona des d'un punt de vista extern, una visió clara de la conservació que cada cop més obre el seu camp d'aplicacions. Aquestes es regeixen per una multiplicitat de coneixements en àmbits específics de la matèria com podria ser la química aplicada i la analítica, permetent cada cop més obtenir resultats òptims.

Cadascun dels avantatges i inconvenients que venen regits pels interessos de preservació, ens confirmen efectivament, que no existeix un mètode plenament acceptable, però arrel d'aquests problemes, podem establir uns protocols sobre la conservació en fluid i obrir pas a nous mètodes d'investigació.

D'aquesta manera l'evolució de l'ús de fluids al llarg de la història es desenvolupa a partir dels mateixos problemes que s'han anat ocasionant al llarg del temps, de la mateixa manera que ocorre en molts altres aspectes de la vida.

La preocupació per trobar els millors resultats, tornant al cas de la conservació preventiva del patrimoni natural, ha facilitat la recerca i investigació posada en pràctica en l'àmbit de la matèria orgànica. Aquest fet s'incrementa quan l'ús de la pràctica s'endinsa en noves peticions de diversos àmbits, tals com la clínica, que promouen la investigació sobre propostes que podrien compartir-se plenament en la conservació d'exemplars biològics.

A tot això, el paper del conservador doncs, ha incrementat la seva importància respecte la manipulació d'aquests exemplars o mostres de naturalesa biològica, que actualment presenten una demanda molt variada.

Sempre i quan la localització geogràfica del museu permeti una efectivitat positiva pel que fa l'ús del preservant per a l'exemplar a conservar, existeixen dos aspectes importants per al coneixement del conservador alhora de posar en pràctica una preservació:

- *Situació i context de la mostra o espècimen:* en aquesta part és important mantenir una gran documentació sobre la mateixa a fi de respondre als dubtes i qüestions de tipus físic o químic que es puguin plantejar durant l'estudi de la seva composició. Sovint aquest recull d'informació, justifica els processos que es proposen per a la seva conservació.
- *Aplicacions de conservació:* parlant de tots els aspectes fisicoquímics a fi de mantenir les propietats morfològiques el més intactes possibles en un temps perllongat a la duració natural de la matèria. En aquest apartat s'esmenten els objectius pel qual es preserva i les aplicacions a efectuar.

A nivell físic, l'objectiu del conservador és assolir fórmules de preservació, complint els requisits toxicològics de l'usuari, les possibilitats econòmiques, tècniques i espacials, i lògicament els efectes que es produeixen a llarg termini. S'ha de tenir en compte però, que aquests efectes negatius que apareixen en cadascun dels mètodes esbrinats, és un aspecte positiu per a l'avanç dels mateixos.

9. REFLEXIÓ I VALORACIÓ PERSONAL

La matèria orgànica que al llarg del temps s'ha conservat a mans de l'home, col·leccionista i curios, ha facilitat l'estudi cap a l'evolució biològica i els orígens de la mateixa. El fet de recol·lectar objectes pertany a una característica de la raça humana; la recerca del coneixement.

En termes genèrics, les col·leccions d'història natural ens han permès descobrir les arrels i el procés de desenvolupament de les espècies al llarg del temps. De fet, les col·leccions biològiques es poden valorar com a un conjunt arxivístic, similar a una biblioteca o centre de documentació, on la informació és irremplaçable. Aquesta ens permet ampliar el coneixement sobre la biodiversitat passada i actual del nostre planeta a partir d'un contacte directe.

Per tant, caldria emfatitzar sobre els mètodes que ens ajudin a conservar les col·leccions per tal de poder transmetre-les a generacions futures.

La consciència sobre la conservació i la seva importància en el patrimoni d'història natural, ha anat evolucionant al llarg del temps, tal i com podem observar en l'apartat "*Inicis de les col·leccions biològiques*". Amés, la capacitat d'innovació per garantir la qualitat del material, ha facilitat l'exposició global del patrimoni, dotant d'importància als estudis evolutius sobre els objectes col·leccionats. És important però, accedir a aquest progrés de preservació, no abans sense haver analitzat i comprès les tècniques antigues.

Com he pogut observar en cites bibliogràfiques durant l'elaboració del treball, avui dia s'estimen casi 3 mil milions d'exemplars d'història natural, preservats en uns 6.500 museus i institucions. Des d'un punt de vista extern, es podria afirmar que el número de col·leccions ha anat augmentant amb el transcurs del temps, cosa que ha implicat una necessitat important de manteniment dels exemplars, així com també, dels respectius arxius documentals de cada espècie que fan possible la seva comprensió. Aquest fet, ha promulgat la creació de protocols de condicions i tractaments de conservació.

Avui dia trobem una major informació publicada sobre la cura i manipulació dels museus, incloent els de les col·leccions biològiques. En primera instància, la conservació es va originar en mans d'aficionats o més comunament, pels mateixos científics que recol·lectaven i estudiaven els exemplars.

Actualment, l'ímpetu en descobrir i millorar els mètodes de conservació preventiva s'agafa de la mà de la ciència i la tecnologia, fent possible el desenvolupament protector del nostre patrimoni històric natural. Com em pogut observar al llarg d'aquest recull experimental, les recerques sobre conservació preventiva en l'àmbit de la matèria orgànica son molt amplies, i pràcticament difícil de fer-ne una única recopilació de totes elles en fulles limitades.

Aquest treball s'ha centrat doncs, en un dels mètodes de la conservació d'exemplars biològics, la preservació en fluid, que en comparació amb altres mètodes, no ha resultat una de les tècniques més variables al llarg de la història tot i presentar múltiples complicitats.

L'estudi i la importància dels fluids com a conservants d'exemplars, ha incrementat fa relativament poc amb el descobriment d'anàlisis en la biologia molecular. Donats els resultats d'interacció entre el formol i l'ADN, així com la seva característica compositiva d'una elevada toxicitat per part del producte sobre l'usuari, s'ha intensificat la preocupació en descobrir un mètode eficaç per a la preservació a llarg termini com a nou objectiu d'investigació al llarg dels anys per nombrosos conservadors.

Aquest fet ha creat un paral·lelisme entre investigador i conservador, en el qual, el primer manté un interès a lapses variables, generalment de curt termini pel que fan els objectius analítics de l'exemplar. En canvi, l'entitat museística pretén mantenir a llarg termini els exemplars per a diverses funcions, entre les quals destaquen els mateixos camps de la investigació sobre l'exemplar.

Això ens determina que, tot i que en alguns museus encara es posa en pràctica, no és apropiat que els investigadors manipulin aquest camp, ja que el coneixement no està pròpiament especialitzat en l'àmbit de la conservació. Els conservadors d'història natural, en canvi, s'hi dediquen plenament a la prevenció del deteriorament i a la organització de les col·leccions. No obstant, aquest conflicte entre ambdues bandes podria arribar a motivar i garantir el desenvolupament de les col·leccions.

D'aquesta manera, gràcies a la conservació biològica s'han pogut realitzar moltes proves per part dels investigadors sobre ells exemplars preservats. Així doncs, els dos participants han de mantenir certs coneixements sobre les funcions respectives alhora d'efectuar una manipulació en les col·leccions.

A tot això, podem afegir que per una banda, gràcies a la seva preservació a llarg termini, es produeix un estalvi de temps, de preparació i/o inclús de recerca de l'exemplar per part del naturalista. També es produeix un estalvi energètic i econòmic pel que fa a l'aplicació de tècniques o productes químics cada cop que es requereixi la preparació d'una mostra. D'altra banda, disminueix el factor de risc mediambiental, ja que s'evita l'ús continu de productes nocius o la pròpia recol·lecció de la mostra o espècimen a analitzar.

Pel que fa el punt de vista hipotètic sobre els resultats obtinguts en "*l'assaig experimental*", es podria sobreposar la importància dels processos adquirits durant la pràctica de l'apartat. Els nous coneixements en l'àmbit analític, així com el plantejament de noves investigacions que deriven a factors significatius de la conservació, afavoreix al desenvolupament d'aquesta vessant museística i l'aplicació de la mateixa en aspectes metòdics. Tanmateix aquests, originats per la pròpia inquietud de millorar els valors ja imposats sobre la protecció de les col·leccions patrimonials, són aspectes prioritaris per al progrés soci cultural.

Com hem pogut observar, cada experiment en el món de la conservació es veu limitat pel que fa l'espai i el temps en el que es desenvolupen. Fins a quin punt podem donar credibilitat als seus efectes en l'actualitat? El temps és prioritari per donar a conèixer els resultats més fiables, però tot allò que en l'actualitat ens faci pensar sobre metes futures, representa una via cap camins innovadors.

10. ANNEXOS

FITXES DE SEURETAT

10.1. Etanol:

Noms: alcohol etílic.

Formulació química: CH₃OHCH₁ (C₂H₆O)

Pictogrames de perillositat:



Inflamable
Flammable
Inflammable

F



Nocivo
Harmful
Nocif

Xn

Frases R: 11: Fàcilment inflamable.

Frases S: 2, 7, 16: Mantenir lluny de l'abast dels nens. Mantenir el recipient tancat. Conservar lluny de flames o font d'ignició – No fumar.

Punt d'ebullició: 78,4°C

Punt d'inflamació: 13 °C

Pressió de vapor (mmHg 20°C): 43.9 mmHg

VLA-ED (TLVTWA) del 2012: 1000 ppm (1910 mg/m³)

Perills per inhalació, contacte amb la pell, ulls i ingestió: Els efectes generals no són gaire greus sempre que s'utilitzi de manera raonable. Una inhalació prolongada en altes concentracions (m majors de 5000ppm) produeix irritacions i tracte respiratori superior, nàusees, vòmits, mal de cap, excitació o depressió, somnolència i altres efectes narcòtics. En contacte amb els ulls es poden presentar irritacions i esgrogueïments. Per això és necessari l'ús d'ulleres protectores sobretot en cas d'ús d'altres concentracions. En contacte amb la pell, el líquid pot afectar a la pell, produint dermatitis caracteritzada per sequedat i esgrogueïment. Es recomanable per tant, l'ús de guants protectors. En qualsevol accident, cal demanar assistència mèdica.

Equip de protecció: Ulleres, guants, baixa i mascareta.

10.2. Formaldehid:

Noms: metanal, metil aldehid, òxid de metilè.

Formulació química: CH₂O

Pictogrames de perillositat:



Tóxico
Toxic
Toxique

T

Frases R: 23,24,25,34,40 i 43: Tòxic per inhalació. Tòxic en contacte amb la pell. Tòxic per ingestió. Provoca cremors. Possibles efectes cancerígens. Possibilitat de sensibilització en contacte amb la pell.

Frases S: 1/2, 26-36/37/39-45-51: Conservar sota clau i mantenir fora d'abast dels nens. En cas de contacte amb els ulls, rentar immediatament amb abundant aigua i consultar amb el metge. Utilitzar indumentària protectora per als ulls i la cara. En cas d'accident o malestar, acudir immediatament al metge (si és possible, ensenyar l'etiqueta). Utilitzar únicament en llocs ben ventilats.

Punt d'ebullició: -19,2°C (substància pura)

Punt d'inflamació: 32-61 °C (solució aquosa)

Pressió de vapor (mm Hg 20°C): 1/-88 °C

VLA-EC del 2012: 0,3 ppm (0,37 mg/m³)

Perills per inhalació, contacte amb la pell, ulls i ingestió: És un producte molt volàtil i els efectes d'inhalació poden ser molt nocius. Es presenten amb sensació de cremor, tos, mal de cap i nàusees. Pel seu ús es necessita ventilació i protecció respiratòria. És recomanable evitar el contacte amb la pell mitjançant guants aïllants del fred. És lacrimogen i pot produir vermellor, dolor i visió borrosa. En cas de contacte amb els ulls, és recomanable rentar amb aigua abundant durant diversos minuts i proporcionar assistència mèdica.

Equip de protecció: Ulleres, guants, baixa i mascareta.

TAULA DELS RESULTATS (ASSAIG EXPERIMENTAL)

G. A	12/05/2014	13/05/2014	14/05/2014	15/05/2014	16/05/2014	19/05/2014	20/05/2014	21/05/2014	22/05/2014	23/05/2014	26/05/2014	27/05/2014	28/05/2014	29/05/2014	30/05/2014	02/06/2014	03/06/2014	04/06/2014	05/06/2014	06/06/2014
V +	70,10	69,90	69,90	69,90	70,00	70,00	70,00	69,90	69,90	69,90	69,70	69,90	69,90	69,90	70,20	69,90	70,00	70,00	70,00	70,10
V -	69,90	69,20	69,50	69,30	69,10	69,10	69,00	69,00	69,00	69,00	69,10	69,10	69,00	69,00	69,10	69,20	69,20	69,30	69,20	69,20
M.5	69,90	69,70	69,60	69,50	69,40	69,40	69,40	69,40	69,30	69,30	69,30	69,30	69,30	69,30	69,20	69,30	69,40	69,40	69,50	69,50
R. A	12/05/2014	13/05/2014	14/05/2014	15/05/2014	16/05/2014	19/05/2014	20/05/2014	21/05/2014	22/05/2014	23/05/2014	26/05/2014	27/05/2014	28/05/2014	29/05/2014	30/05/2014	02/06/2014	03/06/2014	04/06/2014	05/06/2014	06/06/2014
V	70,30	70,80	71,30	71,00	72,20	72,20	72,10	72,10	72,30	72,40	72,50	72,60	72,50	72,50	72,50	72,50	72,60	72,60	72,70	72,70
G. B	12/05/2014	13/05/2014	14/05/2014	15/05/2014	16/05/2014	19/05/2014	20/05/2014	21/05/2014	22/05/2014	23/05/2014	26/05/2014	27/05/2014	28/05/2014	29/05/2014	30/05/2014	02/06/2014	03/06/2014	04/06/2014	05/06/2014	06/06/2014
V +	70,30	70,60	71,20	71,70	72,10	72,10	72,10	72,10	72,10	72,10	72,20	72,20	72,20	72,10	72,20	72,10	72,20	72,20	72,10	72,10
V -	69,50	69,20	69,20	69,00	68,90	68,80	68,90	68,90	69,00	69,00	68,90	69,00	69,10	69,00	69,00	69,00	69,10	69,10	69,20	69,20
M.5	69,90	70,10	70,50	70,70	70,90	71,00	71,00	71,00	71,00	71,10	71,10	71,10	71,10	71,10	71,20	71,10	71,20	71,20	71,10	71,20
R. B	12/05/2014	13/05/2014	14/05/2014	15/05/2014	16/05/2014	19/05/2014	20/05/2014	21/05/2014	22/05/2014	23/05/2014	26/05/2014	27/05/2014	28/05/2014	29/05/2014	30/05/2014	02/06/2014	03/06/2014	04/06/2014	05/06/2014	06/06/2014
V	69,90	69,90	69,90	70,10	70,10	70,20	70,10	70,10	70,10	70,00	70,20	70,20	70,40	70,30	70,40	70,30	70,40	70,40	70,30	70,30
G. C	12/05/2014	13/05/2014	14/05/2014	15/05/2014	16/05/2014	19/05/2014	20/05/2014	21/05/2014	22/05/2014	23/05/2014	26/05/2014	27/05/2014	28/05/2014	29/05/2014	30/05/2014	02/06/2014	03/06/2014	04/06/2014	05/06/2014	06/06/2014
V +	99,60	98,90	98,50	96,50	98,00	97,80	97,60	97,50	97,20	97,00	96,80	96,60	96,40	96,40	96,10	95,90	95,70	95,70	95,50	95,40
V -	99,20	98,50	97,40	96,90	95,70	95,60	95,50	95,30	95,20	95,10	94,90	94,70	94,60	94,60	94,50	94,30	94,10	94,10	93,90	93,70
M.5	99,60	98,90	98,00	97,30	96,20	96,00	96,00	95,90	95,70	95,60	95,40	95,20	95,10	95,00	94,80	94,80	94,70	94,50	94,20	94,10
R. C	12/05/2014	13/05/2014	14/05/2014	15/05/2014	16/05/2014	19/05/2014	20/05/2014	21/05/2014	22/05/2014	23/05/2014	26/05/2014	27/05/2014	28/05/2014	29/05/2014	30/05/2014	02/06/2014	03/06/2014	04/06/2014	05/06/2014	06/06/2014
V	99,30	99,00	98,30	97,70	97,10	96,90	96,80	96,60	96,20	96,20	96,10	96,00	95,90	95,90	94,60	95,70	95,50	95,50	95,30	95,10

G: grup R: referència (contenedor sense exemplar) V+: Valor màxim V-: Valor mínim V: Únic valor M.5: mitjana dels 5 contenidors

1. BIBLIOGRAFIA

CITES LITERÀRIES

El Reloj de la edad. De John J. Medina. Ed. Crítica, Barcelona. Any 2003.

La biología en la restauración. G.G Caneva, Maria Pia (2000). M.P. Nugari, O. Salvadori. Junta de Andalucía – Consejería de cultura – IAPH. Editorial Nerea.

Centro di fotoriproduzione legatoria e restauro degli archivi di stato (2002), Pubblicazioni degli archivi di stato. -- Ministero per i beni e le attività culturali direzione generale per gli archivi.

Biología aplicada a la conservación y restauración per Violeta Mangañon, (2008), – Editorial Síntesis.

Manual de bioquímica per Prof. Dr. P. Karlson 4^o Edición (1973) -- Editorial Marinsa.

Conserving per Daniel and Geo Fuchs. Edition Reuss.

The preparation and curation of insects per Anette K. Walkes & Trevor K. Crosby. New revised Edition.

Insect Curation, a handbook of approaches and Methods per Michael J. Samways, Melodie A McGeach i Tim R. New. Techniques in ecology & conservation series.

Preparation et conservation des collections d'insectes per G. Colas. Editions de l'entomologiste. 45 bis, Rue de Buffon, Paris.

PUBLICACIONS PERIÒDIQUES

COLLECTION FORUM, SPNHC (Society for the Preservation of Natural History Collections). Anys de publicacions: 1985-2012. (Disponibles en PDF: <http://www.spnhc.org>)

- *Physical Chemical Properties Of Preservative Solutions – I. Ethanol – Water Solutions.* Per Robert Waller i Thomas J. K. Strang. Any 1996; Vol. 12 (número 2).

- *Length Changes in White Sturgeon Larvae Preserved in Ethanol or Formaldehyde.* Per Jennifer M. Bayer i Timothy D. Counihan. Any 2001; Vol. 15 (números 1-5).
 - *The interactions of preservative fluid, specimen container, and sealant in a fluid collection.* Per Andries J. Van Dam. Any 2000; Vol. 14 (números 1-2).
 - *An Exploratory Assessment of the State of a Fluid-Preserved Herpetological Collection.* Per Robert Waller i John E. Simmons. Any 2003; Vol 18 (números 1-2).
 - *Phenoxyethanol as a Relaxant Before Fixation in the Sea Cucumber *Cucumaria Miniata* (Echinodermata).* Per Kelly Sendall. Any 2003; Vol 18 (números 1-2).
 - *DMDM-Hydantoin: The Promising Result of a Search for an Alternative in Fluid Preservation of Biological Specimens.* Per Andries J. Van Dam. Any 2003; Vol. 18 (números 1-2).
 - *Exposure of Museum Staff to Formaldehyde During Some Wet Specimen Activities.* Per G. Edward Burroughs, Kathryn Makos, Catherine Hawks i Timothy J. Ryan. Any 2006; Vol. 20 (números 1-2).
 - *Physical chemical properties of preservative solutions I: ethanol-water solutions.* Per Waller, R. & Strang, T.J.K. Any 1996; Vol. 12 (número 2).
 - *Maintaining concentration: a new practical method for profiling and topping up alcohol-preserved collection.* Per Notton, D.G. Any 2010; Vol. 24 (números 1-2).
 - *The Effect of PH on Ethanol Preserved Muscle Tissue.* Per Julian Carter. Any 2009; Vol. 23 (números 1-2).
- Colecciones Biológicas: Una Alternativa para los Estudios de Diversidad Genética.* Per Paula A. Ossa L., Javier Mauricio Giraldo M., Germán Ariel López G., Lucimar G. Dias i Fredy A. Rivera P. Boletín científico de Museos de Historia Natural. ISSN 0123-3068. Vol. 16 (número 1).
- The Preparation and Curation of Insects.* Per anette K. Walker & Trevor K.Crosby.

Insect Conservation, a Handbook of Approaches and Methods. Per Michael J. Samways, Melodie A. McGeach I Tim R. (Techniques in Ecology & Conservation Series).

DNA extraction from formalin-fixed tissue: new light from the deep sea. Per Ferran Palero, Sally Hall, Paul F. Clark, David Johnston, Jackie Mackenzie-Dodds i Sven Thatje. SCIENTIA MARINA Vol. 74 (número 3), any 2010, Barcelona, Spain.

Conservación de las Colecciones de Historia Natural en Fluido: Análisis y Evaluación de la Alteraciones de los Especímenes a Largo Plazo. Per Amandine Péquignot. Muséum national d'Historie Naturelle(MNHN). Any 2008.

Conservación de piezas anatómicas para la enseñanza en carreras médicas. Per Fonseca-Matheus J. Any 2012-2013. Vol. 17 (número 1)

El Biodeterioro de Materiales organicos. Per Nieves Valentín i Rafael García. INSTITUTO DEL PATRIMONIO HISTÓRICO ESPAÑOL.

Point des Connaissances ED 5032. Per Annabel Maison i Élodie Pasquier (Institut National de Recherche et de Sécurité pour la Prévention des accidents du travail et des maladies Professionnelles). Any 2008.

PÀGINES WEB

FIXACIÓ:<http://educacionhistotecnologiafijaciondos.blogspot.com.es/>
[04/05/2014]

FORMOL:http://riesgoslaborales.wke.es/noticias_base/seccion/gesti%C3%B3n/exposici%C3%B3n-laboral-a-formaldeh%C3%ADdo-en-laboratorio-de-anatom%C3%ADa-patol%C3%B3gica-de-un-hospital-tallando-sin-riesgos [22/05/2014]

FORMOL:<http://www.textoscientificos.com/quimica/formaldehido/obtencion>
[22/05/2014]

ETANOL:<http://quimica.laguia2000.com/quimica-organica/etanol-propiedades-y-sintesis>

ALCOMON: (<http://www.alcomon.com>) [29/05/2014].