

Treball de recerca

Millor amb xantana?



22 de gener de 2013

“La cuina molecular és l'estudi científic del que és deliciós”

Harold McGee (Escriptor nord-americà, especialitzat en gastronomia)

***“La cuina molecular no ha de ser entesa com la utilització de productes i
“polvets” estranys. És una ciència enfocada als aliments”***

Ghislain Fernández (Cuiner i professor de Le Cordon Bleu)

Imatge de portada: Sorbet laminat de cava i taronja (Font pròpia)

ÍNDEX:

	Pàgina
1. Introducció _____	5
2. Objectius del treball i hipòtesi _____	7
3. Cuina molecular: ciència, cuina i tecnologia	
Origen, conceptes i relacions _____	9
4. Textures a la cuina _____	12
5. Xantana	
5.1. Definició i estructura bioquímica _____	14
5.2. Origen i obtenció _____	15
5.3. Propietats i aplicacions _____	16
5.4. Reglamentació _____	16
6. Comportament i determinacions físico-químiques de la xantana	
6.1. Estudi del procés de dissolució de la xantana en aigua _____	18
6.2. Observació i valoració de l'aspecte de les dissolucions _____	25
6.3. Determinació de la densitat de les dissolucions de xantana _____	30
6.4. Determinació del pH de les dissolucions de xantana _____	32
6.5. Determinació de la viscositat: mètode "resistència a la caiguda d'objectes" i mètode "temps d'escapament" _____	34
6.6. Viscositat de dissolucions de xantana comparada amb diferents ingredients culinaris _____	42
6.7. Efecte de la xantana sobre diferents ingredients culinaris _____	46
6.8. Evolució i conservació al llarg del temps de les dissolucions de xantana _____	55
7. Aplicacions culinàries de la xantana	
7.1. Espessiment de cremes i brous _____	59
7.2. Modificació de textures de salses _____	61
7.3. Suspensió de sòlids en una base líquida _____	63
7.4. Estabilització en el procés de congelació i descongelació _____	64

7.5.	Capacitat de retenció d'aigua _____	67
7.6.	Esponjament de masses amb farina sense gluten _____	69
7.7.	Estratificació d'ingredients culinàries en fase semi líquida _____	70
7.8.	Altres aplicacions culinàries _____	73
8.	Conclusions i propostes de noves línies de recerca sobre el tema _	75
9.	Bibliografia _____	80
10.	Annexes:	
Annex 1:	Diari del treball de recerca _____	83
Annex 2:	Biografia i entrevista mantinguda amb el Dr. Claudi Mans _____	86
Annex 3:	Biografia i entrevista mantinguda amb el Sr. Pere Castells _____	87
Annex 4:	Receptes de cuina dels plats elaborats al llarg del treball _____	89

1. INTRODUCCIÓ

El meu treball de recerca, està centrat en l'àmbit culinari, i específicament en un nou producte que no fa massa que es pot trobar al mercat per a aquest ús, que és la xantana. Inicialment el tema no estava limitat a aquest producte, sinó que es basava en la cuina molecular, la relació entre cuina i ciència i les importants evolucions i tècniques que han sorgit en els darrers anys. Volia experimentar i conèixer tot aquest món, ja que a mi des de sempre m'ha agradat molt la cuina, tant fer plats tradicionals com experimentar i crear-ne de nous.

A l'inici volia centrar el treball en la cuina molecular, vaig pensar que el millor seria intentar fer alguna entrevista amb persones enteses dins d'aquest tema, i finalment vaig tenir la sort de poder entrevistar-me amb el Dr. Claudi Mans¹ i amb el Sr. Pere Castells², amb els que he pogut continuar mantenint cert contacte al llarg del treball. Els dos van coincidir en que fer el treball sobre la cuina molecular en general era massa ampli, ja s'havien fet altres treballs d'aquest tipus i seria més innovador i interessant si em centrava en un tema o producte concret. Durant l'entrevista amb el Sr. Castells a la Fundació Alcía³, va sorgir la idea de centrar-me en algun producte en concret que es fes servir dins d'aquest tipus de cuina professional, i a partir d'aquí va sorgir el tema de la xantana, ja que era un producte relativament nou, força desconegut per la gent, que no havia entrat a la cuina del dia a dia, i en el que podia resultar senzill reconèixer les propietats a través d'experiments més o menys casolans.

Em vaig començar a informar per tal de saber ben bé que era aquest nou producte del que m'havien parlat, i el vaig trobar molt interessant. Jo mateixa no n'havia sentit a parlar mai, i pel que deien les primeres fonts d'informació que vaig consultar, era un producte amb futur i amb moltes possibilitats. Amb tot vaig decidir centrar-me en aquest producte: la xantana i començar a aprendre i investigar tot el que em fora possible.

Seguint les indicacions de la guia facilitada per l'institut, la metodologia que he utilitzat per el desenvolupament del treball ha estat en primer lloc el plantejament d'objectius, posteriorment la recerca d'informació, l'experimentació pràctica i per últim l'elaboració de conclusions, tot deixant obertes possibles línies per a posteriors treballs de recerca. Les fonts d'informació que he utilitzat han estat:

¹ Dr. Claudi Mans, catedràtic emèrit del Departament d'Enginyeria Química de la Universitat de Barcelona (veure annex 2)

² Sr. Pere Castells, responsable del Departament de Recerca de la Fundació Alcía (veure annex 3)

³ Fundació Alcía: Centre amb vocació social, dedicat a la innovació tecnològica en cuina, a la millora dels hàbits alimentaris i a la valoració del patrimoni agroalimentari (<http://www.alicia.cat>)

- Fonts orals a través de les entrevistes mantingudes
- Fonts documentals com la normativa UNE i els Butlletins Oficials de l'Estat consultats
- Fonts periodístiques a través de revistes i articles de cuina i ciència
- Fonts bibliogràfiques: llibres
- Fons d'Internet
- Visites a organitzacions i empreses
- Fonts experimentals, que són les més utilitzades i donen cos al treball

El treball s'inicia amb el plantejament d'objectius, una breu introducció al concepte de cuina molecular (relació cuina i ciència), al concepte de textura i a alguns dels nous productes utilitzats en aquests tipus de cuina. A partir d'aquí entraré plenament en l'estudi de la xantana, amb una descripció general i reglamentació, i tot seguit amb l'estudi experimental de les seves propietats i efectes sobre diferents ingredients culinàries. A partir dels resultats obtinguts, treballaré en diferents aplicacions culinàries de la xantana amb l'elaboració de plats concrets. Per últim, faré un balanç de la recerca amb les conclusions del treball lligades als objectius inicials plantejats i deixaré obertes algunes vies de treball sobre el tema per a possibles recerques posteriors.

En els apartats d'experimentació (6 i 7) s'incorporà una important quantitat d'imatges, amb la referència de "Font pròpia". Aquestes imatges, les he anat fent a mida que portava a terme les experimentacions per poder constatar la seva realització i il·lustrar les posteriors explicacions. Malgrat que aquestes imatges fan que el treball sigui força extens en quan al número de pàgines, he optat per mantenir-les dins del cos del treball amb les explicacions i no posar-les en un annex, ja que això podia dificultar força la comprensió de les experimentacions realitzades.

Finalment vull donar el meu sincer agraïment en primer lloc a la tutora del treball que s'ha involucrat molt i m'ha donat suport i consell en tot moment. També agrair la col·laboració que m'han prestat el Dr. Claudi Mans, el Sr. Pere Castells i la Fundació Alcía en la definició inicial del treball.

2. OBJECTIUS DEL TREBALL I HIPÒTESI

Si bé d'entrada l'objectiu general que té el treball és conèixer que és realment la cuina molecular i les característiques i aplicacions de la xantana, tot responant a la pregunta que dóna títol al treball, després d'haver mantingut les primeres entrevistes amb experts i haver consultat diferent bibliografia especialitzada sobre el tema, vaig poder elaborar de forma més concreta els diferents objectius del treball. Donat que el nombre d'objectius és força extens, els he agrupat en tres blocs: conceptuals, experimentals i d'aplicació. Aquests són:

OBJECTIUS CONCEPTUALS

- Conèixer a què ens referim amb el concepte de cuina molecular [1]
- Relacionar els conceptes de ciència, cuina i tecnologia [2]
- Comprendre el concepte de textura dins de la cuina [3]
- Saber que és la xantana i les seves principals utilitzacions [4]
- Aprendre el mètode de treball per a fer experimentació pràctica i poder obtenir resultats fiables [5]

OBJECTIUS EXPERIMENTALS

- Buscar si és possible fer una presentació diferent de la xantana convencional, per tal de facilitar la seva utilització [6]
- Estudiar el procés de dissolució de la xantana a diferents temperatures i concentracions [7]
- Fer experimentació pràctica per determinar les principals propietats físico-químiques de dissolucions a diferents concentracions de xantana, que posteriorment poden ser útils per a la cuina casolana: aspecte (coloració, terbolesa, consistència), densitat, pH, viscositat. Dins d'aquests objectiu, es despleguen uns sub-objectius que quedaran indicats en cada una de les experimentacions que aniré desenvolupant [8]
- Valorar les possibles contaminacions microbianes en diferents dissolucions de xantana en diferents condicions de conservació [9]
- Intentar establir una relació per poder assimilar de forma fàcil i intuïtiva els valors de la viscositat de dissolucions de xantana amb la dels diferents ingredients culinaris de base [10]

OBJECTIUS D'APLICACIÓ

- Determinar els efectes que produeix la xantana al incorporar-la en diferents ingredients culinaris (possibles variacions de pH, modificació de l'aspecte, del gust i de la textura en general) [11]
- Investigar si la xantana, a part d'espessir, produeix algun altre efecte que pugui ser d'utilitat a la cuina [12]
- Buscar aplicacions pràctiques de la xantana per a l'elaboració i millora de plats [13]
- Investigar si la xantana pot intervenir en la millorar de dietes específiques [14]
- Elaborar un menú sencer, millorant-lo, en el que la xantana hagi intervingut en tots els plats [15]

La numeració que he donat als objectius, no és per la seva importància, sinó per poder-los relacionar al final del treball amb les conclusions que extregui.

Aquests objectius centren també la hipòtesi de treball, basada en que la xantana presenta aplicacions molt interessants que encara no són utilitzades en la cuina del dia a dia.

3. CUINA MOLECULAR: Ciència, cuina i tecnologia

Hi ha molta controvèrsia i diferents opinions sobre el significat del terme cuina molecular. Això implica que ens trobem amb grans defensors, alguns detractors i també d'altres que no accepten el terme malgrat estar considerats els màxims exponents.

Una de les definicions que em sembla pot ser més adequada és la de que la cuina molecular és l'aplicació del coneixement científic a les preparacions gastronòmiques a fi de millorar-les. Amb aquesta definició podem dir que la cuina molecular no és una cosa recent ni relacionada amb la modernitat, sinó que existeix des del moment en que les persones apliquen coneixements científics a la cuina. Malgrat això podem dir que ha estat en els darrers anys, quan els amplis coneixements científics dels quals disposem, s'han traslladat a la cuina d'una forma sistematitzada i acurada, i per tant no és d'estranyar que el concepte de cuina molecular es consideri com una modernitat i un tipus de cuina específic.

Fent una mica d'història, trobem que el terme de cuina molecular, va ser proposat pel científic de la Universitat d'Oxford Hervé This i per el físic Nicholas Kurti en una conferència feta a la Royal Institution⁴ amb el títol "*The physicist in the kitchen*" (El físic a la cuina) l'any 1969 que començava dient: "*Penso amb una profunda tristesa sobre la nostra civilització, que mentre mesurem la temperatura de l'atmosfera a Venus, ignorem la temperatura que s'ha de donar dins d'un bon soufflé*". Les seves investigacions es van basar en descobrir les reaccions físiques i químiques que es produeixen durant la cocció dels aliments, en que succeeix realment quan cuinem pasta, o en què un full d'espinacs és un sistema bioquímic molt complex.

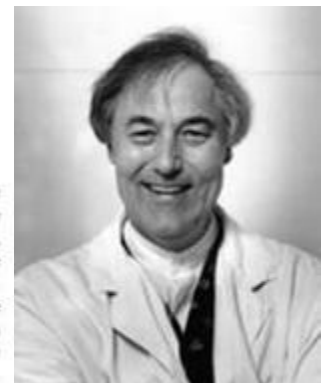


THE PHYSICIST IN THE KITCHEN

By N. KURTI, F.R.S.

Weekly Evening Meeting, Friday 14th March, 1969
Admiral Sir William W. Davis, G.C.B., D.S.O., L.D.,
Treasurer, in the Chair

Is it prudent, is it proper, to take as one's text for a lecture before an audience which comprises many scientists, a provocative quotation from "*La Physiologie du Goût*", by Brillat-Savarin, the French gourmet, gastronome—also Conseiller à la Cour de Cassation? The preface of his book consists of 20 aphorisms and the ninth, which I shall take for my motto, reads: "*La découverte d'un mets nouveau fait plus pour le bonheur du genre humain que la découverte d'une étoile*". The author seems to place the pleasures of the palate above the delights of scientific discovery.



Imatge 3.1: A l'esquerra Nicolas Kurti, a la dreta Herve This i al mig fragment de la presentació "*The physicist in the kitchen*" 1969.

Font: http://www.delbuencomer.com.ar/index_archivos/historia_de_gastronomia_molecular.htm

⁴ The Royal Institution: És una entitat Britànica independent, sense ànim de lucre (registre núm 227938), que pretén apropar a la gent al món de la ciència.

Més tard es va incorporar al grup de treball la professora de cuina Elizabeth Cawdry a través del seu programa televisiu a la BBC.

Al 1992, aquests científics junt amb experts gastronòmics, van celebrar a Sicília, el primer congrés internacional sobre gastronomia molecular i física, que pretenia entendre els fenòmens fisicoquímics que intervenen en les elaboracions culinàries. Aquest congrés es va anar celebrant fins el 2004 i va estar un punt de referència i avantguarda de la cuina.

Catalunya és un gran exponent d'aquest corrent amb la presència de grans cuiners que han utilitzat la ciència a la cuina destacant Ferran Adrià i de reconeguts científics que han col·laborat directament en aquestes investigacions. També cal destacar la Fundació Alícia (acrònic d'ALimentació i CIència) pionera en la investigació científica aplicada a la cuina. Com a exemple, destacar l'informe SAM⁵ 2010 presentat el 30 de Novembre de 2011 a Barcelona, amb la participació de destacats científics, restauradors i experts en cuina. Dins de les reflexions i recomanacions finals, hi ha dos apartats íntimament relacionats amb aquest tema. De forma resumida indiquen:

- *"El desenvolupament tecnològic (...) sense tecnologia no existiria la cuina. Per aquesta raó, cuina i tecnologia són dos conceptes que no poden estar enfrontats. (...) la ciència i la tecnologia són les millors eines (...) per impulsar (...) desenvolupament (...) nutricional, de seguretat, d'elaboració, de preparació i de conservació dels aliments."*
- *"El conflicte entre (...) cuina tradicional i tecnologia, no rau en la tecnologia (...) sinó en l'ús que fem d'aquesta. (...) sempre que hi ha un procés d'avenç tecnològic (...) acostuma a produir-se una polèmica entre tradició i modernitat (...). En el cas de la cuina (...) ha sorgit perquè (...) noves tecnologies estan passant de l'àmbit industrial (...) al domèstic (...) d'una manera molt ràpida, que no ha donat temps per a l'assimilació (...)."*

Un dels aspectes que busca l'anomenada cuina molecular és crear elaboracions culinàries desestructurades en relació als plats convencionals. És a dir, modificar les textures i la presentació de forma que no es reconegui el plat en qüestió, es reforcin els gustos però que finalment, es pugui reconèixer l'origen de la preparació. Moltes vegades, la complexitat és tan elevada que fan falta instruccions per tal de poder ingerir-los adequadament i així trobar l'efecte que busca el cuiner. Algunes de les principals tècniques que utilitza la cuina molecular són:

⁵ SAM: Seguretat Alimentària i Mitjans de comunicació. Informes i jornades organitzades per l'Agència Catalana de Seguretat Alimentària i per l'Observatori de la Comunicació Científica Universitat Pompeu i Fabra

- Coccio al buit i a baixes temperatures
- Destil·lació al buit
- Utilització de nitrogen líquid
- Liofilització
- Esferificacions, gelificacions, emulsificacions,...
- Modificació de textures, en aquest cas amb la utilització de diferents additius que explicaré en el capítol quatre del treball.

Com en totes les evolucions importants, el resultat és conseqüència de la suma de diferents fets que conflueixen en un moment determinat. En l'esquema següent (3.1), podem veure quins són els fets que crec que han donat origen a l'anomenada cuina molecular:



Esquema 3.1: Fets que han fet possible l'anomenada cuina molecular (Font pròpia)

Caldrà donar temps a totes aquestes noves tècniques i additius per tal de veure si arriben a formar part de la cuina del dia a dia de les cases, amb el que deixarien de convertir-se en novadores i en uns quants anys es veurien com alguna cosa tan normal com fer un truita o utilitzar un microones.

4. TEXTURES A LA CUINA

El concepte textura és utilitzat en molts camps i per tant presenta diferents accepcions depenen de l'espai al que ens referim. Darrerament aquest concepte ha entrat de ple en el món de la cuina i tot sovint es parla de "texturitzar aliments" o s'anomenen els plats fent referència a la seva textura (crema, aire, escuma, cruixent, melós...). El DIEC⁶ dona com un dels significats de textura: "Conjunt de propietats físiques d'un aliment" definició molt àmplia que no concreta la seva utilització en el món culinari. Una definició que ens pot fer entendre millor el que s'entén per textura a la cuina seria: Sensació que tenim per mitja dels sentits, especialment el tacte, al ingerir un aliment i que està determinada per les seves propietats físico-químiques. Amb això podem entendre que dins de textura s'engloben diferents propietats sensorials dels aliments i que la textura és una sensació subjectiva que depèn de la percepció de cada persona, encara que en general ens posem d'acord en la classificació general de grups de textures.

Per intentar objectivar el concepte i poder fer anàlisis comparatives entre diferents aliments, es va elaborar per part d'AENOR⁷ al 1996 una norma UNE⁸, la 87025, amb denominació d'"Anàlisi sensorial". Aquesta norma, descriu un mètode per realitzar el que anomenen "Perfil de textura" i permetre una avaluació sistemàtica de la textura dels aliments. El mètode consisteix en valorar la percepció en diferents moments de la ingesta de l'aliment, diferenciant:

- Percepció abans d'introduir-lo a la boca. Detectades per la vista o la manipulació, com les propietats geomètriques o d'humitat
- Percepció a la primera mossegada o glop. Es valoren contingut en greix i humitat
- Percepció durant la masticació. Són les propietats que apareixen al reduir la mida dels trossos d'aliment o al ingerir els líquids
- Percepció durant la deglutició, com és la facilitat per a ser deglutit.

Es cataloguen vuit propietats de textura: duresa, cohesió, viscositat, elasticitat, adherència, fragilitat, masticabilitat i gomositat, cadascuna d'elles amb uns adjectius concrets que les classifiquen. Dins de la viscositat, propietat que es veurà més influenciada per la xantana, es diferencien: fluid, espès i viscos.

Malgrat tot, continuen havent-hi debats culinaris per definir la textura d'un plat i cadascú en fa una valoració personal.

⁶ Diccionari de la llengua catalana de l'Institut d'Estudis Catalans

⁷ Asociación Española de Normalización i Certificación. Empresa legalment responsable del desenvolupament i difusió de les normes tècniques a Espanya

⁸ UNE: Una Norma Española. Normes elaborades per AENOR

Amb el que hem vist, es pot afirmar que no podem parlar de texturitzar plats, ja que qualsevol aliment té una textura que li és pròpia. Hauríem de parlar de modificar textures i no de donar textura.

Hi ha molts nous productes al mercat que permeten fer retexturitzacions d'aliments o de plats elaborats amb uns efectes sorprenents. Una forma de classificar-los és per l'efecte que produeixen, destacant:

- Gelificants: com entre d'altres la goma gellan, carregenats, iota, agar o la metilcel·lulosa que ha estat objecte de gran debat
- Emulsionants: lecitina, sals d'àcids grassos, gluconats...
- "Esferificadors": alginat, sals de calci, citrat sòdic, gluconolactat
- Espessants: com la xantana, la goma garrofí, la goma guar i la major part dels gelificants

A partir d'aquest punt el treball es centrarà en l'estudi de la xantana, determinant experimentalment les seves propietats i buscant possibles aplicacions pràctiques que ens permetin el seu ús en la cuina del dia a dia.

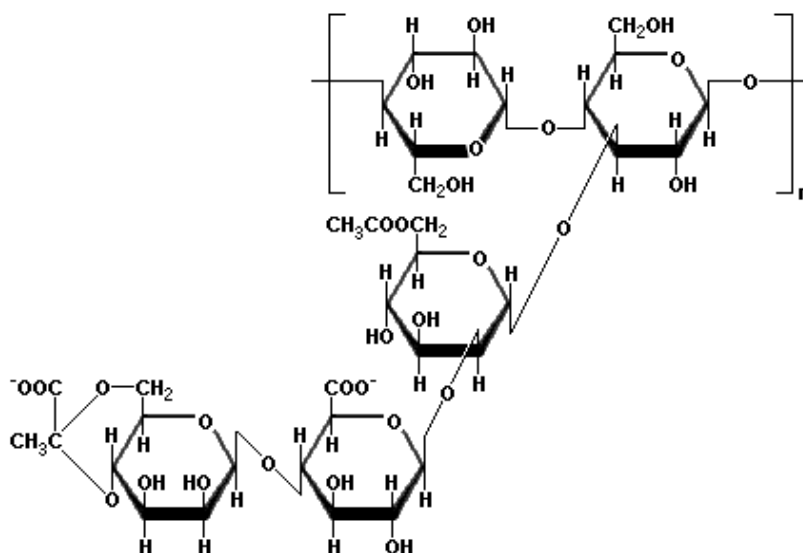
5. XANTANA

5.1. Definició i estructura bioquímica

La Xantana, també coneguda com a goma xantana i com a goma xantè, és un heteropolisacàrid d'alt pes molecular produït pel bacteri *Xanthomonas Campestris* patògen de les cols, a partir de la fermentació del midó del blat de moro.

Des d'un punt de vista químic la xantana està formada per una cadena de D-glucoses unides per enllaços $\beta(1\rightarrow4)$, com la cel·lulosa, però cada segona molècula de glucosa està connectada a un trisacàrid de manosa, àcid glucurònic i manosa. La manosa més propera a la cadena principal té un éster d'àcid acètic en el carboni 6, i la manosa final del trisacàrid té un enllaç entre els carbonis 6 i 4 al segon carboni d'un àcid pirúvic. Les càrreges negatives en els grups carboxílics de les cadenes laterals són les que provoquen que la xantana formi fluids molt espessos al ser barrejats amb aigua. El seu pes molecular és molt elevat, de l'ordre de 1 milió.

L'estructura tridimensional de la xantana forma hèlix senzilles i dobles, amb les cadenes laterals situades cap a l'exterior. Les diferents cadenes s'uneixen per mitja de ponts d'hidrogen a través de les ramificacions laterals.



Imatge 5.1: Estructura química de la xantana

Font:

<http://www.scientificpsychic.com/fitness/carbohidrats2.html>

5.2. Origen i obtenció

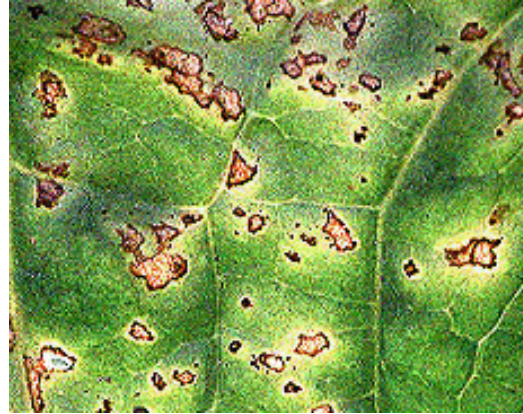
La primera soca productora útil (denominació NRRL *B 1459*) va ser descoberta a finals del anys 50 del segle XX en els laboratoris de l'agència d'investigació científica del Departament d'Agricultura dels EEUU⁹ en el decurs d'un programa per trobar noves aplicacions del blat de moro.



Imatge 5.2: Placa d'agar amb cultiu de *Xanthomonas campestris*.

Font:

(<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucare/s/xantana.html>) (Por cortesia de Jim Deacon, [Institute of Cell and Molecular Biology, The University of Edinburgh](http://www.instituteofcellandmolecularbiology.com))



Imatge 5.3: Fulla de col afectada pel bacteri *Xanthomonas campestris*

Font:

(<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucare/s/xantana.html>)

Actualment s'obté a escala industrial per fermentació aeròbica en un mitjà format per xarop de glucosa obtingut a partir de la hidròlisi del midó del blat de moro. Un cop obtinguda, es purifica, s'eixuga i es mol, fins a aconseguir una fina pols blanca com es pot veure a la imatge 4.4. Depenent del procés de purificació la coloració pot ser lleugerament ocre¹⁰



Imatge 5.4: Xantana en pols de la marca Textures

Font: <http://www.cocinista.es>

⁹ National Center for Agricultural Utilization Research: Agència principal d'investigacions científiques agrícoles dels EEUU

¹⁰ Veure interferències sorgides en l'experimentació pràctica del treball (6.2) per l'ús de xantana amb diferents coloracions (pàg. 25)

5.3. Propietats i aplicacions

La xantana és resistent a la degradació enzimàtica però és biodegradable, estable en tota la gamma de pH i no es veu afectada per la salinitat dels fluids en els que s'hagi d'incorporar.

Les primeres utilitzacions van donar-se al camp industrial en sectors tan diversos com el miner o el petrolier (per donar viscositat als fluids de perforació), l'alimentari, el farmacèutic, el cosmètic, o el dels detergents entre d'altres, donada la seva capacitat d'espessir fluids i millorar els processos en que s'utilitzen. Donat el seu cost, amb el pas del temps s'han anat trobant substituïts més barats, en especial en el camp dels detergents.

No va ser fins fa menys de 10 anys que la xantana es va començar a utilitzar en les cuines dels restaurants més innovadors, ja que els hi proporcionava diferenciacions importants amb la resta i la possibilitat d'innovar amb diferents textures. La principal aplicació és la d'espessir, donant grans increments de la viscositat amb baixes concentracions i sense aportar gust ni coloració. També s'utilitza com a estabilitzador d'escumes i per formar gels barrejant-lo amb altres espessants.

El seu ús a nivell domèstic és pràcticament nul i no és fàcil de trobar en botigues d'alimentació. Es pot trobar en algunes botigues especialitzades i està inclosa en la gamma de productes anomenada "Textures" elaborada per Albert i Ferran Adrià i produïda per la comercial "SolerGraells". Un dels problemes que pot presentar el seu ús a nivell domèstic, és la baixa proporció en la que s'ha d'utilitzar, fet que pot originar algun problema en la seva mesura.

5.4. Reglamentació

Hi ha diferents estudis mèdics¹¹ que demostren que la ingestió de xantana no presenta efectes adversos per a la salut. Es pot utilitzar com a laxant ja que al fermentar s'infla i estimula el trànsit intestinal; això mateix pot ser causa de presència de gasos i distensió abdominal a dosis molt altes, pel que es recomana no superar una dosi de 15 grams diaris, valor molt superior al que es pot arribar a incorporar en un plat. També s'utilitza com substitutiu de saliva en persones amb la síndrome de Sjogren (boca seca).

¹¹ Internacional Programme on Chemical Safety (IPCS), de l'agència de seguretat química per a organitzacions governamentals dels EEUU

L'any 1969 la xantana va estar homologada per la FDA¹² per l'ús en aliments sense cap mena de limitació.

Al 1980 va ser legislada a la CEE¹³ dins de la llista d'espessidors, emulsionants i estabilitzadors, amb la denominació E-415.

A nivell estatal, està aprovat el seu ús en la fabricació d'aliments a través del Reial Decret 142/2002 d'1 de febrer, publicat al BOE¹⁴ núm. 44 de 20/2/2002 a la pàgina 6760, així com en les posteriors modificacions en els Reials Decrets 257/2004 de 13 de febrer i 2196/2004 de 25 de novembre, tots dos de 2004, i en l'Ordre SPI/681/2011 de 28 de març de 2011 del BOE núm. 76 de 30 de març de 2011.

Està incorporada a la base de dades d'additius alimentaris de l'Agència Catalana de Seguretat Alimentària¹⁵, amb el nom de goma xantana i com és lògic amb número CEE E-415.

¹² U.S. Food and Drug Administration: Agència d'administració d'homologació d'aliments i medicina dels EEUU

¹³ Comunitat Econòmica Europea

¹⁴ Boletín Oficial del Estado (Espanya)

¹⁵ Àrea especialitzada de l'Agència de Salut Pública de Catalunya, que té com a finalitat aconseguir el màxim grau de seguretat alimentària

6. COMPORTAMENT I DETERMINACIONS FÍSICO-QUÍMIQUES DE LA XANTANA

L'objectiu d'aquest apartat és eminentment pràctic i pretenc conèixer millor les propietats i el comportament de la xantana en diferents medis.

He estructurat aquest estudi en diferents experiments. En cadascun m'he plantejat un objectiu i he definit els materials necessaris, he descrit els procediments, he explicat els resultats obtinguts, i per acabar, he plasmat les principals observacions que em seran útils en l'apartat 7 a on estudiaré d'una forma pràctica l'aplicació de la xantana en la cuina.

Totes les experiències les he fet a la cuina de casa meva ja que no disposava d'un laboratori. Per altra banda, també cal dir que el material utilitzat, ha estat principalment dels laboratoris de l'institut.

Les experimentacions realitzades han estat:

- Procés de dissolució de la xantana en aigua
- Observació de l'aspecte de les dissolucions
- Determinació de la densitat de les dissolucions de xantana
- Determinació del pH
- Determinació de la viscositat: mètode "resistència a la caiguda d'objectes" i mètode "temps d'escapament"
- Viscositat comparada amb aliments
- Efecte de la xantana sobre alguns ingredients culinaris
- Evolució i conservació al llarg del temps de les dissolucions de xantana

Les diferents dissolucions de xantana amb les que treballaré al llarg de l'estudi, són en % en massa, ja que resulta més fàcil la seva comprensió i facilita l'operativa de treball.

6.1. Estudi del procés de dissolució de la xantana en aigua

- **Objectiu**

L'objectiu d'aquest experiment és estudiar el procés que cal seguir per a obtenir dissolucions de xantana en aigua.

Com a informació prèvia, a través de diferents informes realitzats per la Fundació Alícia i en les entrevistes mantingudes amb el Sr. Pere Castells i el Sr. Claudi Mans, he pogut conèixer que les dissolucions de xantana en fred costen molt d'aconseguir, mentre que si es fan en calent (en torn als 60°C) presenten menys dificultats.

Vaig plantejar-me fer dissolucions en aigua (tant a temperatura ambient com a 60°C), de concentracions compreses entre el 0'1% i el 10% en massa, ja que vaig trobar informació d'aplicacions de la xantana en receptes de cuina per a aquestes concentracions, si bé alguna d'aquestes són a través de pàgines web de les quals no puc assegurar la fiabilitat.

Un altre objectiu que vaig plantejar-me en fer aquest experiment, era valorar la possibilitat de fer dissolucions de xantana de concentracions molt elevades (20, 40, 60, 80%) per tal de poder disposar d'aquest producte a la cuina en forma líquida i fer més fàcil la seva aplicació en el dia a dia.

A partir d'ara totes les concentracions de xantana a les que em refereixi seran en percentatge en massa.

- **Materials**

- Bàscula de precisió (dècima de gram)
- Vidre de rellotge
- Espàtula
- 6 gots de precipitats de 250 ml
- Batedora helicoidal manual
- Batedora elèctrica
- Etiquetes per a rotulació
- Xantana marca "Texturas"¹⁶
- Aigua (procedent de l'aixeta)
- Alcohol (per la neteja del material)



Imatge 6.1: Materials utilitzats en l'estudi (Font pròpia)

- **Procediment**

Les diferents dissolucions les vaig anar preparant començant per la de més baixa concentració per poder anar observant el seu comportament en vista a la preparació de les de majors concentracions. Els passos que vaig seguir van ser:

- Calcular la quantitat de solut (xantana) i dissolvent (aigua) necessàries per a cada dissolució. Les quantitats necessàries per a preparar 200 mg de cadascuna de les concentracions figuren a la taula següent (Taula 7.1) (Cal indicar que he pres com a densitat de l'aigua el valor de 1 g/cm^3 i per tant em podré referir a ml com a equivalència a mg d'aigua)

¹⁶ Texturas: Marca registrada de nous additius alimentaris elaborada per Albert i Ferran Adrià i produïda per Solergaells

Quantitats de xantana per a preparar 200 mg de les diferents dissolucions								
Concentració (% en massa)	0'1 %	0'3 %	0'5 %	1 %	2 %	3 %	5 %	10 %
Massa de xantana	0'2 g	0'6 g	1 g	2 g	4 g	6 g	10 g	20 g
Massa d'aigua	199'8 g	199'4 g	199 g	198 g	196 g	194 g	190 g	180 g

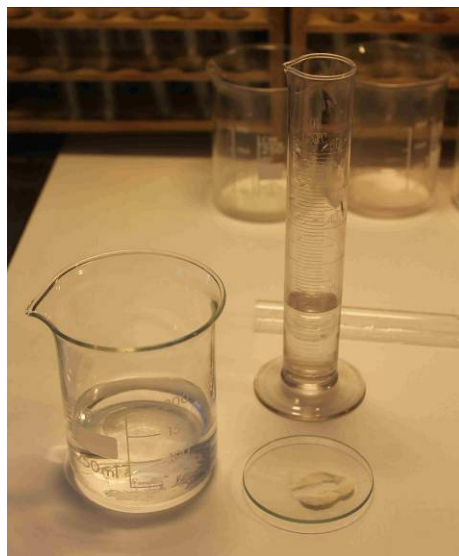
Taula 6.1: Càlcul de la quantitat de xantana i aigua per a cada dissolució

- Pesar la quantitat de xantana necessària en una bàscula de precisió. Per fer la pesada, prèviament he fet la tara del vidre de rellotge en el que posaré la xantana necessària



Imatge 6.2: Pesatge de xantana per l'elaboració de dissolucions (Font pròpia)

- Pesar en un got de precipitats, prèviament tarat, la quantitat d'aigua necessària per a cada dissolució
- Abocar sobre el mateix got, la xantana pesada prèviament



Imatge 6.3: Aigua i xantana per a fer la dissolució del 0'1% en massa (Font pròpia)

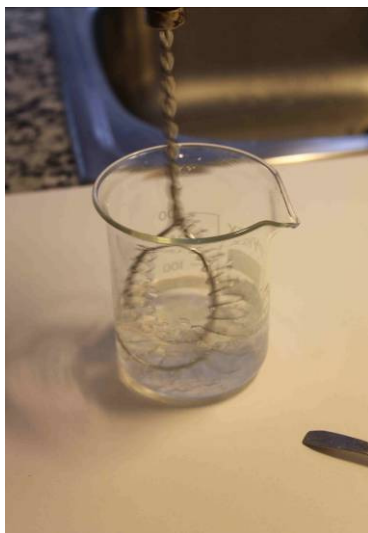


Imatge 6.4: Introducció de la xantana a dissoldre en l'aigua (Font pròpia)

- Agitació fins a aconseguir una perfecta dissolució. En primer lloc l'agitació la vaig provar de fer amb una espàtula de laboratori però no va ser possible la dissolució ni per la concentració més baixa, i vaig haver d'utilitzar l'agitador manual helicoïdal. En les dissolucions de concentracions més altes vaig seguir el mateix mètode, excepte en la del 10%, en la que va ser necessari utilitzar la batedora elèctrica



Imatge 6.5: Dissolució amb espàtula (Font pròpia)



Imatge 6.6: Dissolució amb agitador helicoïdal manual (Font pròpia)



Imatge 6.7: Dissolució amb batedora elèctrica (Font pròpia)

Com he dit a l'inici, un altre objectiu d'aquest experiment era valorar la possibilitat de fer dissolucions de concentracions molt elevades però ho vaig haver de descartar al veure les grans dificultats que vaig tenir per fer les dissolucions del 5 i del 10% i la consistència que adquirien.

Vaig seguir el mateix procediment tant per realitzar les proves amb aigua a temperatura ambient com amb aigua a 60°C.

Durant la preparació d'aquestes dissolucions, els aspectes que vaig valorar van ser:

- El tipus d'agitació necessària
- El temps necessari per aconseguir la dissolució
- La incorporació d'aire a la dissolució

Per poder-ho fer d'una forma sistemàtica, vaig crear una escala simple de valors per a cadascun d'aquests aspectes. Aquests són:

- **Tipus d'agitador necessari:**
 - o Espàtula
 - o Batedora manual helicoïdal
 - o Batedora elèctrica

- **Temps:** (mesurat en segons i minuts)
- **Incorporació d'aire a la dissolució:**
 - Bombolles grans (superiors a 1 mm de diàmetre)
 - Poques
 - Moltes
 - Bombolles petites (inferiors a 1 mm de diàmetre)
 - Poques
 - Moltes
 - Cap incorporació d'aire

- **Resultats**

Els resultats obtinguts queden reflectits en les taules 6.2 i 6.3:

Dissolució de xantana en aigua a temperatura ambient			
Concentració de la dissolució de xantana	Tipus d'agitació necessària per dissoldre-la (1)	Temps aproximat per a aconseguir una dissolució homogènia	Incorporació d'aire
0'1 %	Batedora manual helicoïdal	2 minuts	Poques bombolles petites Desapareixen en breus instants
0'3 %	Batedora manual helicoïdal	3 minuts, costa aconseguir una dissolució homogènia	Moltes bombolles petites
0'5 %	Batedora manual helicoïdal	5 minuts, costa aconseguir una dissolució homogènia	Moltes bombolles petites
1 %	Batedora manual helicoïdal	9 minuts amb grans dificultats	Moltes bombolles petites
	Batedora elèctrica	15 segons	Moltes bombolles petites
2 %	Batedora manual helicoïdal	15 minuts amb grans dificultats	Moltes bombolles petites i poques grans
	Batedora elèctrica	20 segons	Moltes bombolles petites
3 %	Batedora manual helicoïdal	30 minuts amb grans dificultats	Moltes bombolles grans
	Batedora elèctrica	30 segons	Moltes bombolles petites
5 % (2)	Batedora elèctrica	40 segons	Moltes bombolles grans
10 % (2)	Batedora elèctrica	No aconseguida	No valorat

(1) No va ser possible fer cap de les dissolucions amb espàtula
 (2) A partir d'una concentració de xantana del 5%, s'obtenen unes consistències extraordinàriament espesses

Taula 6.2: Procés de dissolució de la xantana en aigua a temperatura ambient

Dissolució de xantana en aigua a 60 °C de temperatura			
Concentració de la dissolució de xantana	Tipus d'agitació necessària per dissoldre-la (1)	Temps aproximat per aconseguir una dissolució homogènia	Incorporació d'aire
0'1 %	Batedora manual helicoïdal	1 minut	Cap
0'3 %	Batedora manual helicoïdal	1,5 minuts	Moltes petites que marxen als 5 minuts d'haver preparat la dissolució
0'5 %	Batedora manual helicoïdal	2 minuts	Moltes bombolles petites
1 %	Batedora manual helicoïdal	2 minuts	Moltes bombolles petites
2 %	Batedora manual helicoïdal	2 minuts	Moltes bombolles petites i poques grans
3 %	Batedora manual helicoïdal	2,5 minuts	Moltes bombolles petites i poques grans
5 %	Batedora manual helicoïdal	3 minuts	Moltes bombolles petites i poques grans
10 %	Batedora manual helicoïdal	3,5 minuts	Moltes bombolles petites i poques grans

Taula 6.3: Procés de dissolució de la xantana en aigua a 60°C

- **Observacions**

Les principals observacions que vaig poder fer, van ser:

- Al abocar la xantana dins l'aigua, té tendència a formar uns grumolls d'aspecte gelatinós (mucós) que no es dissolen per si sols.



Imatge 6.8: Comportament al abocar xantana en aigua (Font pròpia)

- La incorporació d'aire en forma de bombolles és deguda a l'agitació, ja que vaig poder comprovar que a mida que havia d'agitar més per aconseguir la dissolució, s'incorporava més quantitat d'aire. Per intentar treure aquest aire, vaig passar les dissolucions per un colador que pogués trencar les bombolles. Això només va ser possible en les dissolucions del 0'1% i del 0'3% en que es van reduir de forma considerable; en les altres, no vaig poder ja que la viscositat era massa elevada i no fluïen a través del colador.



Imatge 6.9: Aire incorporat dins la dissolució
(Font pròpia)



Imatge 6.10: Colat de la dissolució per reduir les bombolles d'aire
(Font pròpia)

- Mentre que a baixes concentracions (0'1 - 0'5%), no vaig trobar massa diferència en el procés de dissolució fent-lo amb aigua a temperatura ambient o amb aigua calenta (una lleugera disminució del temps necessari per aconseguir la total dissolució), a partir de l'1% es facilita molt la dissolució si l'aigua és calenta (60°C), aconseguint-la en un temps menor i simplement amb agitació manual.

6.2. Observació i valoració de l'aspecte de les dissolucions de xantana

- **Objectiu**

L'objectiu de l'experiment és valorar l'aspecte general de les diferents dissolucions que hem fet anteriorment en quant a coloració, terbolesa i consistència.

- **Materials**

Per realitzar aquest estudi he fet servir les diferents dissolucions de xantana que ja tenia preparades de l'estudi anterior (6.1)

- **Procediment**

Per poder valorar l'aspecte de les diferents dissolucions, ho vaig fer directament des dels gots de precipitats on havia realitzat les dissolucions i en una placa de material plàstic on vaig abocar una petita quantitat de cadascuna d'elles (imatge 6.11, 6.12 i 6.13).

En aquest cas, també he creat una escala qualitativa de valors per a cadascun dels aspectes a estudiar. Aquests són:

- **Coloració:**

- Incolora
- Lleugerament groguenca
- Groguenca

- **Terbolesa:**

- Cap
- Lleugera
- Força
- Molta

- **Consistència general:**

- Fluida (similar a l'aigua)
- Espessa (similar a una crema de llet)
- Viscosa (similar a una mermelada)
- Molt viscosa (similar a la mel a baixa temperatura)

- **Resultats**

Els resultats obtinguts queden reflectits en les taules 6.4 i 6.5:

Aspecte de les dissolucions de xantana a temperatura ambient			
Concentració de xantana	Coloració (1)	Terbolesa	Consistència
0'1%	Incolora	Cap	Fluida
0'3%	Incolora	Cap	Fluida
0'5%	Incolora	Cap	Espessa
1%	Incolora	Cap	Espessa
2%	Incolora	Cap	Viscosa
3%	Incolora	Cap	Viscosa
5%	Incolora	Cap	Molt viscosa
10%	No aconseguida		

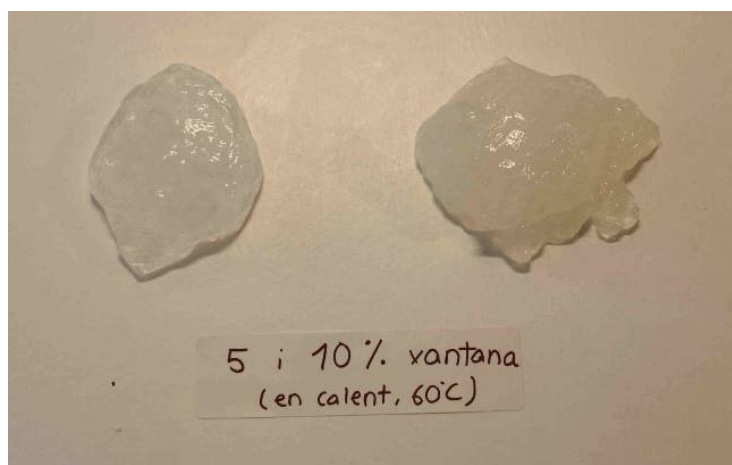
Taula 6.4: Resultats del procés de dissolució de la xantana en aigua a temperatura ambient

Aspecte de les dissolucions de xantana a 60 °C de temperatura			
Concentració de xantana	Coloració (1)	Terbolesa	Consistència
0'1%	Incolora	Cap	Fluida
0'3%	Incolora	Cap	Fluida
0'5%	Incolora	Cap	Espessa
1%	Incolora	Cap	Espessa
2%	Incolora	Cap	Viscosa
3%	Incolora	Cap	Viscosa
5%	Incolora	Cap	Molt viscosa
10%	Lleugera coloració groguenca	Cap	Molt viscosa

Taula 6.5: Resultats del procés de dissolució de la xantana en aigua a 60 °C



Imatge 6.11: Dissolucions de xantana en aigua:
0.1% 0.3% 0.5% 1% 2 % 3% (d'esquerra a dreta de la imatge)
(Font pròpia)



Imatge 6.12: Consistència i coloració de les dissolucions de
xantana al 5 i al 10%
(Font pròpia)



Imatge 6.13: *Consistència i coloració de les dissolucions de xantana en aigua al 0'1%, 0'3%, 0'5%, 1%, 2% i 3% (Font pròpia)*

- **Comentaris**

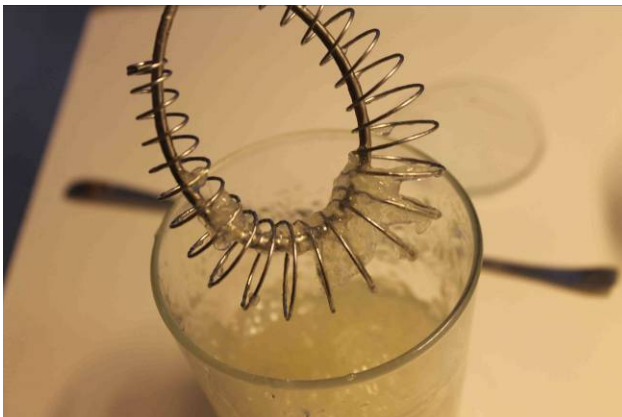
Tota aquesta experimentació, la vaig haver de repetir ja que en la primera realització no vaig recollir la informació necessària de manera prou sistemàtica, i això em dificultava poder analitzar els resultats. En repetir-la, vaig obtenir resultats molt diferents pel que fa a la coloració i la terbolesa de les dissolucions. Valorant les possibles causes, vaig concloure que era degut a haver utilitzat en la segona sèrie una xantana diferent.

Les primeres proves van ser fetes utilitzant xantana que m'havia facilitat la Fundació Alícia i de la qual desconec la marca (aquesta xantana tenia ja inicialment una coloració groguenca). En canvi, les segones proves les vaig fer amb xantana que vaig comprar de la marca Texturas (la seva coloració és blanquinosa), fet que va originar que les dissolucions em sortissin incolores i sense terbolesa en comptes de groguenques i amb terbolesa com les primeres.

Amb tot, cal deixar clar que els resultats indicats en totes les pràctiques són els que he obtingut utilitzant xantana de la marca Texturas.

- **Principals observacions**

- Les consistències que he detectat em confirmen que, a partir de concentracions del 3%, no sembla pràctic el seu ús a la cuina ja que és molt difícil la seva manipulació



Imatge 6.14 i 6.15: *Consistència de la dissolució de xantana al 10% (Font pròpia)*

- Les dissolucions de xantana en aigua, no adquireixen terbolesa ni coloració fins a concentracions del 10% (i això és molt més que les concentracions que s'utilitzen a la cuina habitualment)
- Tant la coloració, com la terbolesa i la consistència, no es veuen afectades per la temperatura de l'aigua a on s'ha fet la dissolució
- Les dissolucions adquireixen la seva consistència viscosa de manera instantània

6.3. Determinació de la densitat de les dissolucions de xantana

- **Objectiu**

L'objectiu d'aquest experiment és determinar la densitat de les dissolucions de xantana des de concentracions del 0'1% fins al 3% i comparar-la amb la de l'aigua. No faré la valoració de les densitats de les dissolucions al 5 i 10% ja que, com he comentat a la pràctica anterior, deixen de tenir interès en el camp d'estudi.

Indicar també, que en totes les determinacions que es faran a partir d'ara, les dissolucions de xantana de treball que valoraré seran del 0'1%, 0'3%, 0'5%, 1%, 2% i 3%.

- **Materials**

- 7 Gots de precipitats
- Bàscula de precisió (dècima de gram)
- Dissolucions de xantana en aigua a les diferents concentracions de treball

- **Procediment**

El procés per fer les dissolucions és el que ja he explicat a l'apartat 6.1 (pàg. 18), per tant, no el tornaré a detallar. Un cop disposem d'aquestes dissolucions, el procediment que he seguit per a cada una d'elles ha estat:

- Pesar el got de precipitats buit (tarar)
- Mesurar 200 ml de la dissolució
- Afegir els 200 ml de dissolució al got de precipitats
- Pesar el got amb la dissolució
- Restar de la massa total del got amb la dissolució, la tara
- Per obtenir la densitat (g/ml), he dividit la massa de la dissolució (en grams) pel seu volum (200 ml)

També he mesurat la densitat de l'aigua amb la que he fet les dissolucions. Això ho he fet per tenir un valor de referència i detectar possibles errors del mètode en el cas de que aquesta densitat no em dones un valor de 1 o molt proper a ell. També cal indicar que els càlculs de les desviacions de la densitat de les dissolucions de xantana respecte la de l'aigua, els he fet prenent com a referència la densitat de l'aigua que jo he obtingut.

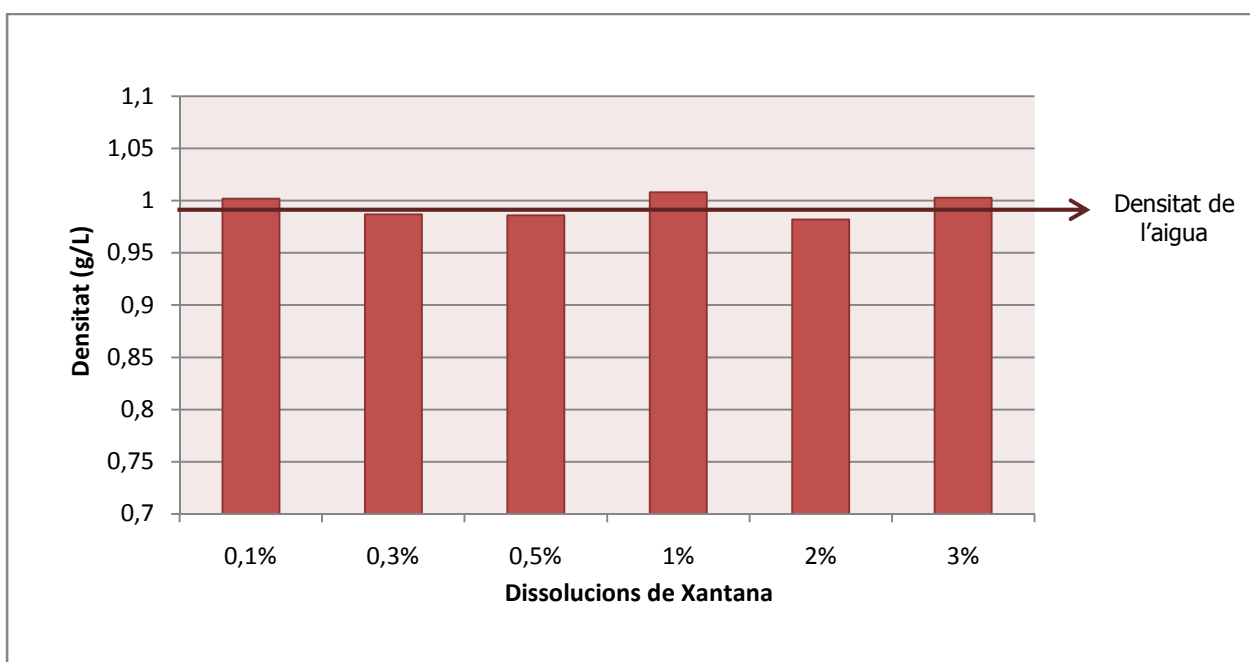
En quant a la temperatura, totes les mesures les he fet en les mateixes condicions que ha estat de 25°C.

- **Resultats**

Els resultats que he obtingut, així com els càlculs realitzats per a obtenir la densitat de les diferents dissolucions queden anotats a la taula 6.6 i representats en el gràfic 6.1 en el que es pot veure a més la comparativa amb la densitat de l'aigua

Càlculs densitat dissolucions de Xantana						
Concentració de xantana (% en massa)	Volum del preparat	Massa del recipient (m_r)	Massa total (m_t)	Massa neta ($m_n = m_t - m_r$)	Densitat Massa/Volum	Desviació sobre densitat de l'aigua
0'1%	200 ml	90'9 g	291'3 g	200'4 g	1'002 g/ml	+ 0'89 %
0'3%	200 ml	91'9 g	289'3 g	197'4 g	0'987 g/ml	- 0'59 %
0'5%	200 ml	88'7 g	286 g	197'3 g	0'986 g/ml	- 0'69 %
1%	200 ml	92'1 g	293'7 g	201'6 g	1'008 g/ml	+ 1'48 %
2%	200 ml	90'9 g	298'4 g	192'1 g	0'982 g/ml	- 1'09 %
3%	200 ml	88'6 g	289'2 g	200'6 g	1'003 g/ml	+ 0'99 %
Aigua	200 ml	91'9 g	290'5 g	198'6	0'993 g/ml	---

Taula 6.6: Càlculs de la densitat de les diferents dissolucions



Gràfic 6.1: Comparativa de la densitat de les diferents dissolucions de xantana en relació a l'aigua

- **Principals observacions**

- Al afegir xantana a l'aigua (inclús fins a concentracions del 3%), no varia la densitat de la dissolució respecte a la del dissolvent (en aquest cas aigua). La densitat es manté pràcticament constant en totes les dissolucions
- Les petites desviacions de la densitat de les dissolucions, tant entre elles com respecte la de l'aigua, crec que són degudes a la manca de precisió i apreciació de la instrumentació utilitzada (bàscula amb apreciació dècima de gram; proveta amb apreciació d'1 ml)
- En aquest cas, es pot confirmar que no existeix cap relació entre la densitat i la viscositat. Malgrat tenir una viscositat altíssima en les dissolucions de xantana del 1%, 2% o 3%, la densitat no varia gens. Podem trobar amplies referències sobre aquest fet a la cuina en el llibre "Sferificaciones y macarrones"¹⁷ Un exemple que ho confirma, és l'oli en comparació amb l'aigua: l'oli és força viscos i poc dens mentre que l'aigua és menys viscosa i més densa.

6.4. Determinació del pH de les dissolucions de xantana

- **Objectiu**

En aquesta pràctica, vull determinar el pH de les diferents dissolucions, comparar-lo amb el de l'aigua i valorar si hi ha variacions a mida que augmenta la concentració de xantana.

- **Materials necessaris**

El material que he necessitat per dur a terme la pràctica ha estat:

- Dissolucions de xantana en aigua a les diferents concentracions de treball
- Aigua
- Solucions d'àcid acètic (vinagre) i d'hidròxid sòdic (sosa càustica) per comparar valors de mesura
- Tires reactives colorimètriques de pH Merck (ref. 9535)

- **Procediment**

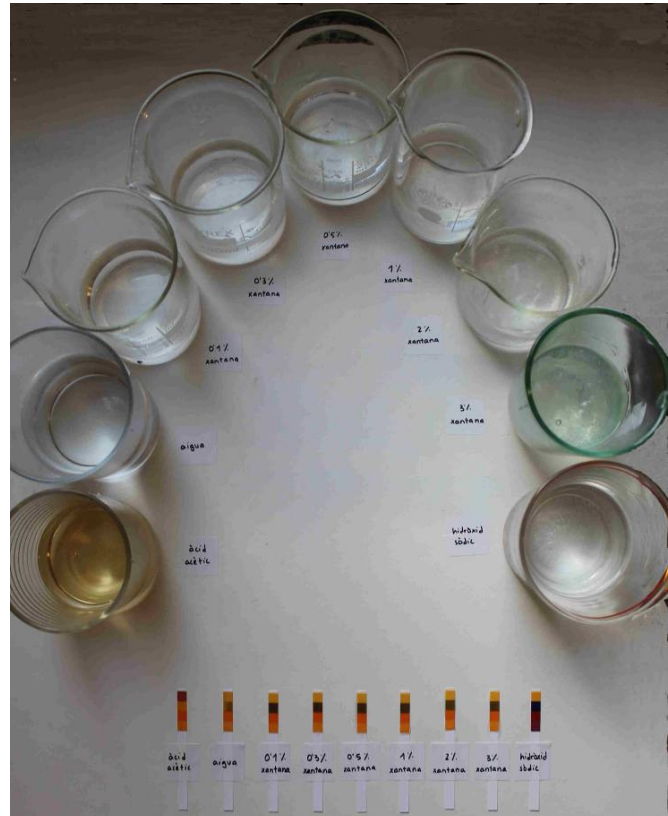
Un cop preparades les diferents dissolucions de xantana, l'aigua i les altres dissolucions, he submergit durant 10 segons aproximadament, una tira en cada una de les dissolucions. Posteriorment he fet la lectura del valor de pH amb l'escala de referència.

¹⁷ CLAUDI MANS: *Sferificaciones y macarrones*. Editorial Ariel. Barcelona, 2010 1a edició ISBN 978-84-344-6916-7 (Pàgines 174, 189, 193)

El fet de mirar el pH d'una solució àcida com és la de l'àcid acètic i una d'alcalina com és la d'hidròxid sòdic, ha sigut només per contrastar els resultats colorimètrics respecte a les dissolucions de xantana i a l'aigua

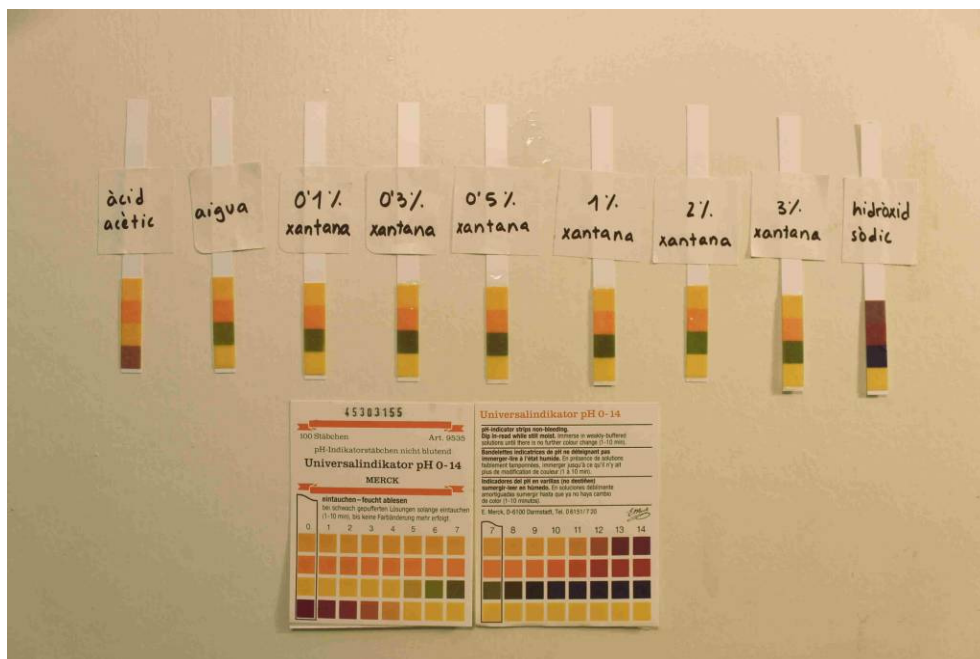
• **Resultats**

		pH
Àcid acètic		3
Hidròxid sòdic		13
Aigua		6-7
Dissolucions de xantana (% en massa)	0'1 %	6-7
	0'3 %	6-7
	0'5 %	6-7
	1 %	6-7
	2 %	6-7
	3 %	6-7



Taula 6.7: pH de las dissolucions de xantana en aigua, de l'àcid acètic i de l'hidròxid sòdic

Imatge 6.16: Dissolucions i pH de las dissolucions de xantana en aigua, de l'àcid acètic i de d'hidròxid sòdic (Font pròpia)



Imatge 6.17: Comparativa del pH de las dissolucions de xantana en aigua, de l'àcid acètic i de l'hidròxid sòdic (Font pròpia)

- **Principals observacions**

El pH en totes les dissolucions de xantana a diferents concentracions és neutre (lleugerament àcid) amb un valor entre 6–7 (l'apreciació de les tiretes és d'1 unitat)

Es pot observar clarament que el pH no varia respecte l'aigua, ni quan s'incrementa la concentració de xantana

6.5. Determinació de la viscositat (Mètode "resistència a la caiguda d'objectes" i mètode "temps d'escapament")

- **Objectiu**

L'objectiu d'aquesta pràctica és determinar la viscositat de les diferents dissolucions de xantana en aigua, comparar-la amb la de l'aigua, i comprovar si aquesta varia al llarg del temps i amb la temperatura. Les mesures les faré en el moment de fer les dissolucions de xantana i al cap de 6 hores ja que en la visita a la Fundació Alícia em van informar que en aquest temps s'aconseguia un augment notable de la viscositat. Malgrat tenir aquesta informació, vaig decidir fer la valoració també al cap de tres dies i comprovar possibles diferències.

La determinació de la viscositat requereix un procediment concret utilitzant un equipament específic, difícil d'aconseguir i que només es troba en laboratoris especialitzats.

Per altra banda, el que vull aconseguir no és tant obtenir els valors normatius amb la seva unitat de mesura, sinó estudiar com evoluciona la viscositat al augmentar la concentració de xantana i poder comparar-la posteriorment amb la viscositat de diferents aliments per fer una relació de correspondència de la textura en aquest aspecte. Tot això m'ha comportat haver de crear un procediment propi al respecte.

- **Dificultats sorgides**

Consultant diferents fonts, vaig trobar un mètode simple de determinació de la viscositat a la web de la Universitat del País Basc¹⁸ que consistia en deixar caure un objecte dins d'una massa de la solució de la qual volem saber la viscositat i controlar el temps de la seva caiguda. Aplicant aquest mètode, els resultats no van ser coherents i per tant vaig haver de descartar el mètode i buscar-ne un altre.

Donat que la viscositat es fonamenta en la resistència d'un cos a fluir, vaig pensar posar a punt un mètode que consistís en comptar el temps que triga un líquid a fluir per un forat practicat en el recipient on es troba.

¹⁸ Euskal Herriko Unibertsitatea, espai del departament de física (mecànica de fluids)

A continuació explicaré aquests procediments, els resultats obtinguts i en faré una valoració.

- **Càlcul de viscositat per resistència a la caiguda d'objectes**

- **Materials**

- Tub de plàstic transparent de 40 cm de llargada i de 3 cm de diàmetre
- Tap per la part inferior del tub de plàstic
- Retolador permanent per graduar el tub en cm
- Dissolucions de xantana en aigua al 0'1%, 0'3%, 0'5%, 1%, 2% i 3%
- Cronòmetre
- Objectes per deixar caure dins de les diferents dissolucions (Boles de vidre, perdigó, boles de plàstic,...)



Imatge 6.18: Material utilitzat per determinar la viscositat per caiguda d'objectes (Font pròpia)

- **Procediment**

En primer lloc, vaig muntar l'equipament per fer les mesures. Sobre el tub de plàstic tallat a 40 cm de llargada, vaig marcar una escala en cm fins a un valor de 30 cm i amb intervals de 5 cm, tapant-lo per la part inferior.

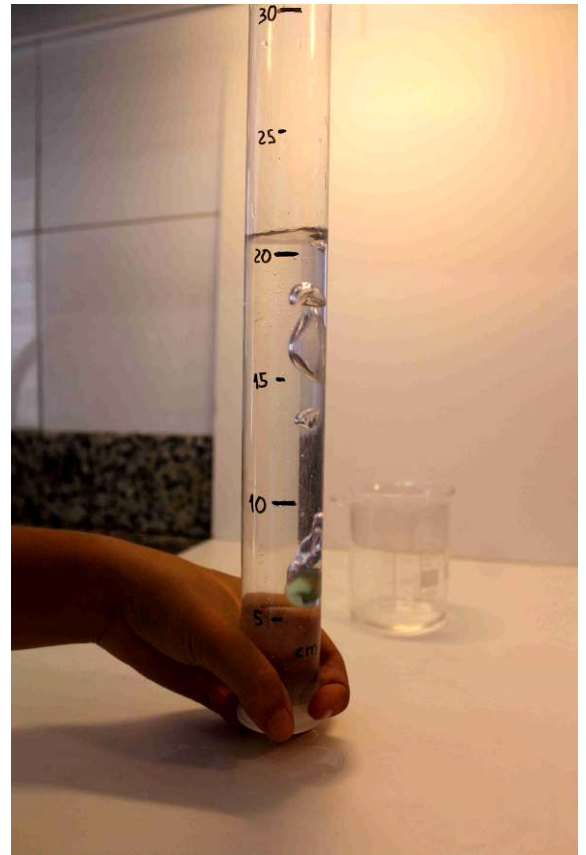
L'experiment consistia en omplir al tub fins els 20 cm amb la dissolució de xantana corresponent. Tot seguit, deixava anar un dels objectes i cronometrava el temps que trigava des de entrar en contacte amb la dissolució fins arribar al fons.

Aquest procés el vaig repetir diversos cops per a cada dissolució de xantana, llençant diferents objectes, per així intentar trobar el que més s'adaptés a totes les dissolucions (que no anés massa ràpid per poder-ho cronometrar i que per altra banda, pogués arribar al fons).

L'experimentació es va realitzar amb les dissolucions acabades de preparar, al cap de sis hores i posteriorment al cap de tres dies per valorar la seva evolució.



Imatge 6.19: Tub ple fins als 20 cm
(Font pròpia)



Imatge 6.20: Caiguda objecte dins la dissolució
(Font pròpia)

○ **Resultats**

Els resultats obtinguts per aquest mètode queden reflectits a la taula següent (Taula 6.8)

Temps (segons) de caiguda d'objectes en dissolucions de xantana								
Objecte	Moment de la determinació	Aigua	Dissolucions de xantana					
			0'1%	0'3%	0'5%	1%	2%	3%
Bola negra	A l'instant de la preparació	0'4 s	0'5 s	0'6 s	1'4 s	8'0 s	Suspensió	Suspensió
	Al cap de 6 hores	0'4 s	0'4 s	0'6 s	2 s	Suspensió	Suspensió	Suspensió
Bola blava	A l'instant de la preparació	0'6 s	0'6 s	1'1 s	3'9 s	Suspensió	Suspensió	Suspensió
	Al cap de 6 hores	0'6 s	0'7 s	1'2 s	4'2 s	Suspensió	Suspensió	Suspensió
Canica de vidre	A l'instant de la preparació	0'7 s	0'8 s	0'9 s	4 s	184'5 s	Suspensió	Suspensió
	Al cap de 6 hores	0'7 s	0'8 s	1'0 s	4'2 s	216'2 s	Suspensió	Suspensió
Perdigó	A l'instant de la preparació	0'8 s	0'9 s	1'2 s	3'2 s	Suspensió	Suspensió	Suspensió
	Al cap de 6 hores	0'8 s	1'0 s	1'2 s	3'5 s	Suspensió	Suspensió	Suspensió

Taula 6.8: Temps (segons) que triguen els diferents objectes en arribar al fons del tub de prova

En aquesta taula no s'indiquen explícitament els resultats obtinguts al cap de tres dies ja que són pràcticament iguals que els obtinguts al cap de sis hores

○ **Observacions**

Hi ha un increment del temps de caiguda de tots els objectes a mida que s'augmenta la concentració de xantana. Això només és vàlid fins a la concentració del 0'5% ja que a partir d'aquí, en general, els objectes no cauen i queden en suspensió. Per tant, es pot veure clarament que la viscositat augmenta, amb un canvi molt important a partir de la concentració del 0'5%.

En quant a l'evolució al cap de sis hores (i també al cap de tres dies), es pot veure clarament que en general, els temps de caiguda augmenten lleugerament entre un 5 i un 10% però no es manté cap proporcionalitat que ens permeti establir una relació entre l'augment de viscositat i el temps que porta la mostra preparada.

Malgrat això, els resultats no donen resposta a l'objectiu inicial, ja que no puc fer cap valoració a partir de la concentració de l'1%. Tampoc crec que els pugui donar

per vàlids, ja que els temps de les concentracions més baixes són molt curts i no puc assegurar fiabilitat de la mesura amb la metodologia utilitzada.

Vaig intentar buscar alguns altres objectes que em donessin uns temps de caiguda mesurables fàcilment a concentracions baixes i que, per altra banda, no quedessin en suspensió a concentracions elevades. Això no va ser possible i per tant vaig haver de descartar aquest mètode.

Donat que l'experiment no el podia donar per vàlid, ja no vaig fer-lo a altres temperatures.

Tot i que els resultats no van ser els esperats, fer aquest experiment em va donar una primera idea de l'evolució de la viscositat de les dissolucions de xantana en funció de la seva concentració.

- **Càlcul de la viscositat pel temps d'escapament**

- **Materials**

- Tub de plàstic transparent de 40 cm de llargada i de 3 cm de diàmetre
 - Tap per la part inferior del tub de plàstic amb un forat central de 8 mm de diàmetre
 - Retolador permanent per graduar el tub en ml
 - Dissolucions de xantana en aigua al 0'1%, 0'3%, 0'5%, 1%, 2% i 3% en massa
 - Cronòmetre



Imatge 6.21: Material utilitzat per determinar la viscositat pel temps d'escapament (Font pròpia)

○ **Procediment**

Aquest nou procediment consisteix en deixar fluir una quantitat determinada de les diferents solucions de xantana (150 ml) a través d'un forat i comptabilitzar el temps que triga en fer-ho.

En primer lloc vaig graduar el tub fins a 200 ml en intervals de 50 ml i vaig poder veure que l'alçada que corresponia a 150 ml semblava adequada per poder comptabilitzar els temps

La realització pràctica va consistir en:

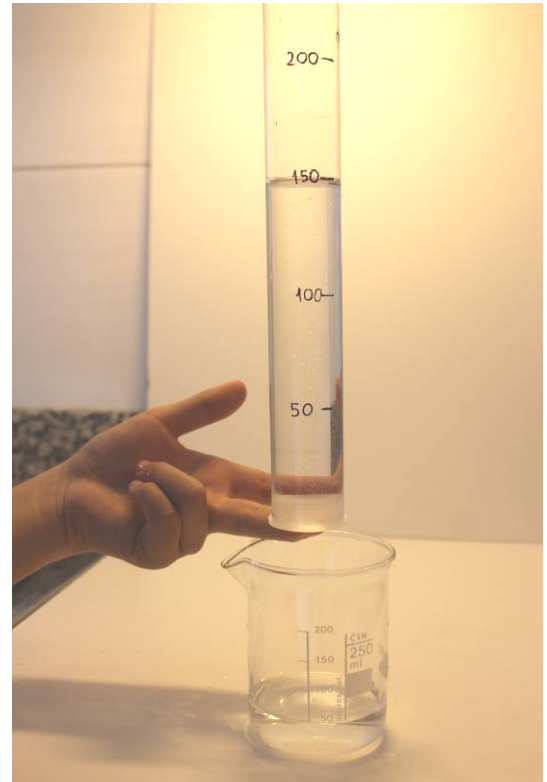
- Posar el tap foradat a la part inferior del tub
- Omplir el tub amb 150 ml de dissolució mentre tapava el forat amb el dit
- Treure el dit del forat a la vegada que el cronòmetre es posava en marxa
- Parar el cronòmetre quan havia deixat de fluir tota la dissolució
- Comptabilitzar el temps

(Veure imatges 6.21, 6.22, 6.23 i 6.24)

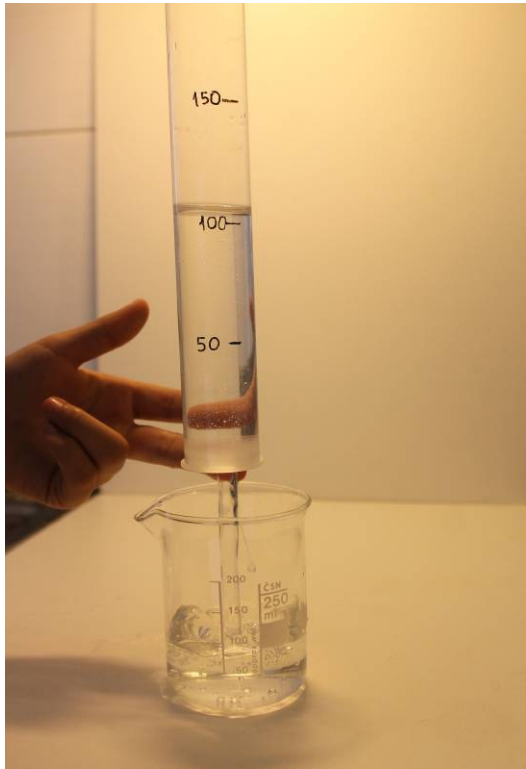
Aquesta determinació, la vaig realitzar amb cadascuna de les diferents dissolucions de xantana en el moment de preparar-les i al cap de sis hores a temperatura ambient (entorn als 20°C) i també acabades de preparar escalfant-les a 60°C.



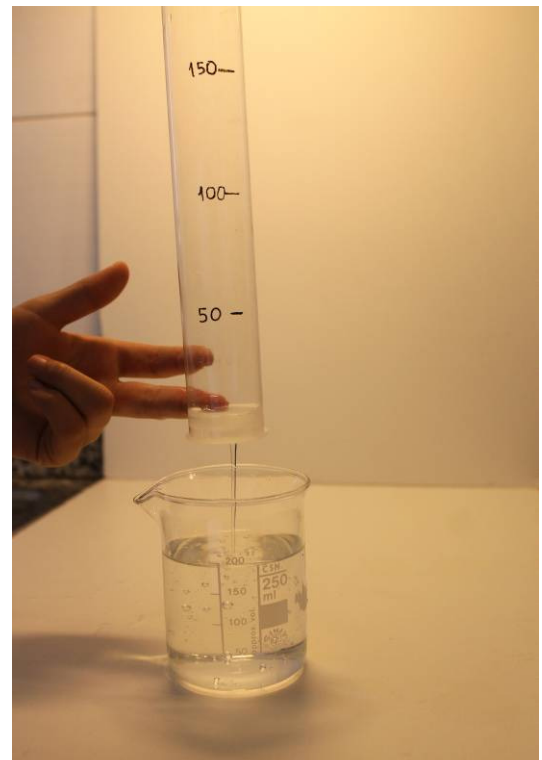
Imatge 6.21: Abocant 150 ml de dissolució (Font pròpia)



Imatge 6.22: Tapant el forat per evitar que caigués la dissolució (Font pròpia)



Imatge 6.23: Deixant caure la dissolució
(Font pròpia)



Imatge 6.24: Últim moment de caiguda de la dissolució
(Font pròpia)

○ **Resultats**

Els resultats dels temps de fluïdesa de les diferents dissolucions i de l'aigua, van ser els que consten a la taula següent (Taula 6.9):

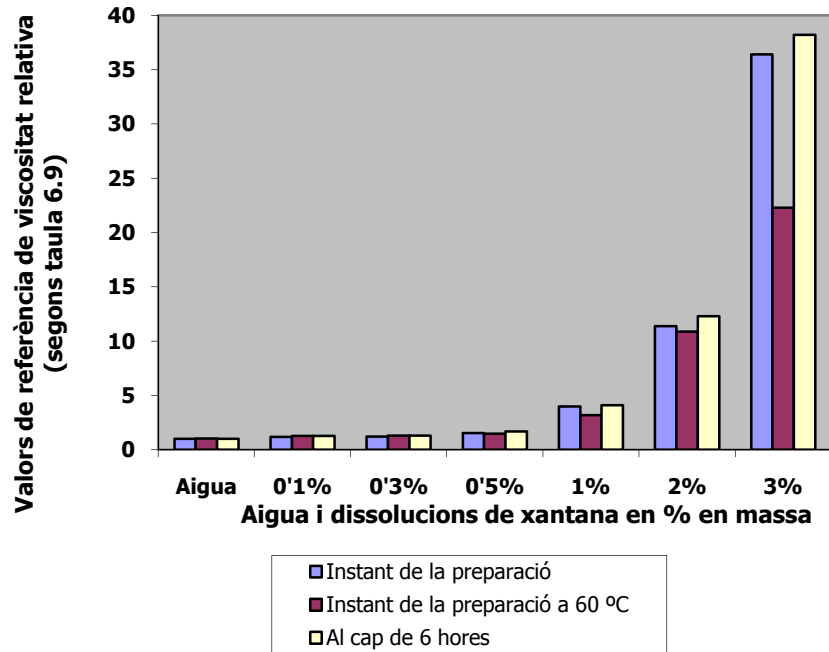
Temps (segons) d'escapament de les dissolucions de xantana							
Moment de la determinació	Aigua	Dissolucions de xantana					
		0'1 %	0'3 %	0'5 %	1 %	2 %	3 %
A l'instant de la preparació a t° ambient	1	1'18	1'23	1'55	4	11'4	36'4
A l'instant i escalfat a 60 °C	1'04	1'27	1'3	1'5	3'9	10'9	22'3
Al cap de 6 hores a temperatura ambient	1	1'27	1'3	1'7	4'1	12'3	38'2

Taula 6.9: Temps de fluïdesa per escapament en segons de les dissolucions en diferents moments respecte a la preparació i temperatures

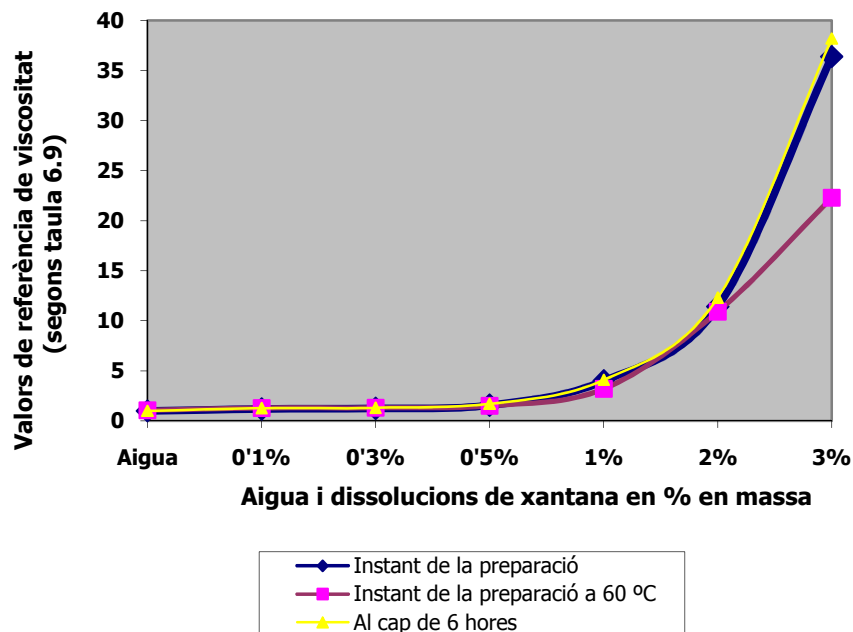
○ **Observacions**

Si bé es veu clar que els temps augmenten amb l'increment de concentració, per poder valorar de forma més clara aquests resultats, i donat que no he obtingut un valor de viscositat normalitzat al no haver pogut utilitzar un procediment també

normalitzat, li he donat al temps de fluïdesa de l'aigua el valor unitari (1) i he calculat els altres temps en funció d'aquest. Amb aquesta escala pròpia, els valors relatius de viscositat (lògicament sense unitat) queden representats en els gràfics següents 6.2 i 6.3



Gràfic 6.2: Gràfic de columnes de la viscositat relativa de les diferents dissolucions de xantana en funció de la temperatura i el temps després de la preparació



Gràfic 6.3: Gràfic de línies de la viscositat relativa de les diferents dissolucions de xantana en funció de la temperatura i el temps després de la preparació

○ **Observacions**

- Amb aquest nou procediment he pogut fer totes les determinacions i els valors en general mantenen una relació coherent, i per aquest motiu el puc donar per vàlid
- En totes les determinacions el temps de fluir augmenta a mida que s'augmenta la concentració de xantana, i per tant podem concloure que a major concentració de xantana, major viscositat
- Observant el gràfic 6.3 veiem que els increments de viscositat segueixen una tendència de tipus exponencial
- Si bé l'increment més significatiu és a partir de l'1%, cal remarcar que per a concentracions inferiors també hi ha uns increments notables respecte l'aigua. De forma més concreta, la xantana al 0'1% augmenta la viscositat un 17% i la xantana al 0'5% produeix un increment de la viscositat d'un 55% respecte a l'aigua.
- Al valorar la viscositat al cap de 6 hores d'haver preparat les dissolucions, es detecten increments que en general no són significatius respecte a la valoració feta a l'instant d'haver-les preparat. Aquests increments es situen en valors entre un 5 i un 10%
- En quant a la viscositat de les dissolucions escalfades a 60°C, veiem, respecte als valors a temperatura ambient, un lleuger increment (entre el 5 i el 7%) per concentracions del 0'1% i el 0'3%. A partir d'aquest valor de concentració, es comença a produir una disminució, moderada (entre el 3 i el 5%) per concentracions fins el 2% i molt important per la concentració del 3%, a on la pèrdua de viscositat es situa prop del 40%

6.6. Viscositat de dissolucions de xantana comparada amb diferents ingredients culinaris

• **Objectiu**

Donat que els valors de viscositat que he obtingut de les diferents dissolucions de xantana són relatius, és a dir, no estan normalitzats perquè he creat una escala pròpia, vull buscar punts de referència per tal d'establir una relació entre aquests valors i els que obtingui de diferents aliments coneguts. Així doncs, els objectius seran:

- Valorar la viscositat de diferents aliments pel mateix mètode que he fet servir per valorar la viscositat de les dissolucions de xantana

- Comparar els resultats amb els que he obtingut en les dissolucions de xantana
- Establir una relació per poder assimilar de forma fàcil i intuïtiva els valors de la viscositat de dissolucions de xantana amb la dels diferents aliments utilitzats
- Poder donar a les dissolucions de xantana un qualificatiu de viscositat agafant com a referència la norma UNE 87025:1996¹⁹

- **Materials**

- Tub de plàstic transparent de 40 cm de llargada i de 3 cm de diàmetre
- Tap per la part inferior del tub de plàstic amb un forat central de 8 mm de diàmetre
- Retolador permanent per graduar el tub en ml
- Cronòmetre
- Diferents aliments: Ketchup, llet condensada, iogurt líquid, mel, iogurt, crema de llet, mermelada, natilles, llet desnatada



Imatge 6.25: Material necessari per fer la comparació de viscositat (Font pròpia)

- **Procediment**

El procediment de treball és el mateix que he utilitzat per determinar la viscositat de les dissolucions de xantana i que està explicat a la pàgina 38, això sí substituint la xantana per cada un dels aliments indicats.

¹⁹ Norma UNE 87025:1996 "Análisis sensorial" editada por AENOR



Imatge 6.26: Omplint el tub amb Ketchup (Font pròpia)



Imatge 6.27: Deixant caure el Ketchup a l'interior del got de precipitats a través del forat i mesurant el temps (Font pròpia)

Igual que en la pràctica anterior he convertit el temps de fluïdesa de cada aliment en un valor numèric, prenent també com a referència i assignant-li el valor arbitrari de 1 el temps de fluïdesa de l'aigua que havia estat de 2,2 segons (veure taula 6.10)

Cal indicar que totes les determinacions les he fet a temperatura ambient igual que vaig fer amb les dissolucions de xantana. Això crec que és important tenir-ho en compte ja que molts d'aquests aliments tenen grans variacions de fluïdesa depenent de la temperatura com és el cas de la mel.

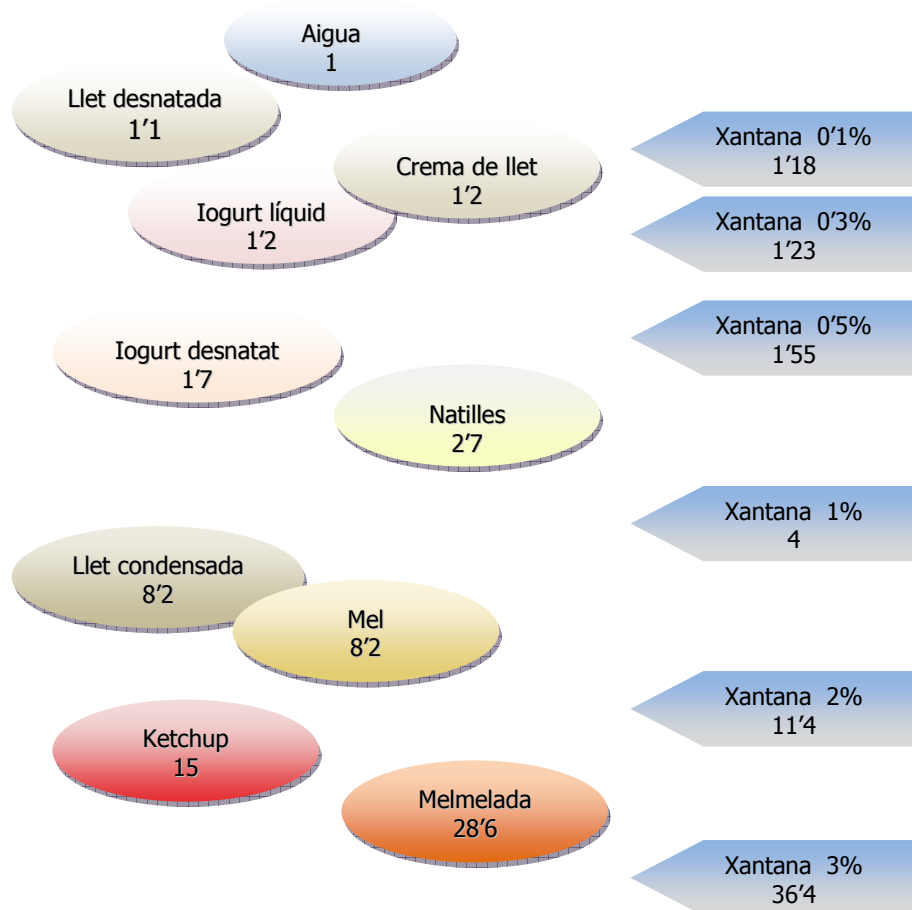
• Resultats

Els temps de fluïdesa dels diferents aliments i la conversió als valors numèrics de l'escala que he creat prenent com a referència l'aigua han estat (Taula 6.10):

Aliments	Temps de fluïdesa dels 150 ml	Viscositat (valor de referència respecte a l'aigua)
Aigua	2'2 s	1
Llet desnatada	2'4 s	1'1
Crema de llet	2'7 s	1'2
Iogurt líquid	2'7 s	1'2
Iogurt desnatat	3'8 s	1'7
Natilles	6 s	2'7
Llet condensada	18 s	8'2
Mel	18 s	8'2
Ketchup	33 s	15
Melmelada	63 s	28'6

Taula 6.10: Temps de fluïdesa dels diferents aliments i càlcul del valor assignat

La comparativa d'aquests valors amb els que he obtingut en la determinació anterior de la viscositat de diferents dissolucions de xantana, (taula 6.9 pàg.40) queda reflectida en l'esquema següent, a on es pot comparar la relació i posicions entre ells:



Gràfic 6.3: Comparació viscositat aliments i viscositat dissolucions de xantana en aigua

- **Observacions**

- La norma UNE 87025²⁰ a la pàgina número 6 dóna com a adjectius comuns per descriure la viscositat dels aliments: fluida, espessa i viscosa. Utilitzant aquest criteri, podríem dir que les dissolucions de xantana fins al 0'3% poden considerar-se fluides, del 0'5% a l'1% espesses, i la del 2% viscosa. La dissolució al 3%, pels aliments amb els que es pot comparar, sortiria d'aquesta escala de qualificatius i podríem considerar-la un gel
- Cap dels aliments de base valorats tenen una viscositat tan elevada com la dissolució de xantana del 3%

²⁰ Norma UNE 87025:1996 "Análisis sensorial" editada por AENOR

6.7. Efecte de la xantana sobre diferents ingredients culinaris

- **Objectiu**

Un cop valorat el comportament de les dissolucions de xantana en aigua i les textures obtingudes, volia observar, en vista a l'aplicació pràctica, el comportament d'una àmplia gamma d'ingredients al afegir-los xantana.

Els principals paràmetres a valorar van ser: el pH, l'aspecte visual, la viscositat, el gust i la dificultat de dissolució (mecanisme emprat i temps), i de forma global la textura i la transformació que patien els diferents aliments.

Per altra banda també volia valorar si els efectes de la xantana, variaven segons el pH de l'aliment.

- **Materials**

- Ingredients a valorar:
 - Suc de taronja natural (obtingut esprement taronges)
 - Suc de meló obtingut per liquació
 - Suc de préssec obtingut per liquació
 - Llet desnatada
 - Cafè expresso
 - Brou de peix envasat
 - Vinagre d'acidesa 6°
 - Oli d'acidesa 0'2°
 - Refresc de cola sense cafeïna
 - Vi amb graduació del 13% en volum
 - Cava amb graduació del 11'5% en volum
 - Rom blanc amb graduació del 55% en volum
- Xantana marca "*Texturas*"
- Bàscula de precisió (dècima de gram)
- Vidre de rellotge
- Espàtula
- Batedora helicoidal manual
- Batedora elèctrica
- Etiquetes per a retolació
- 24 gots
- 24 tubs d'assaig
- Tires reactives colorimètriques de pH Merck (ref. 9535)

- Cronòmetre

- **Procediment**

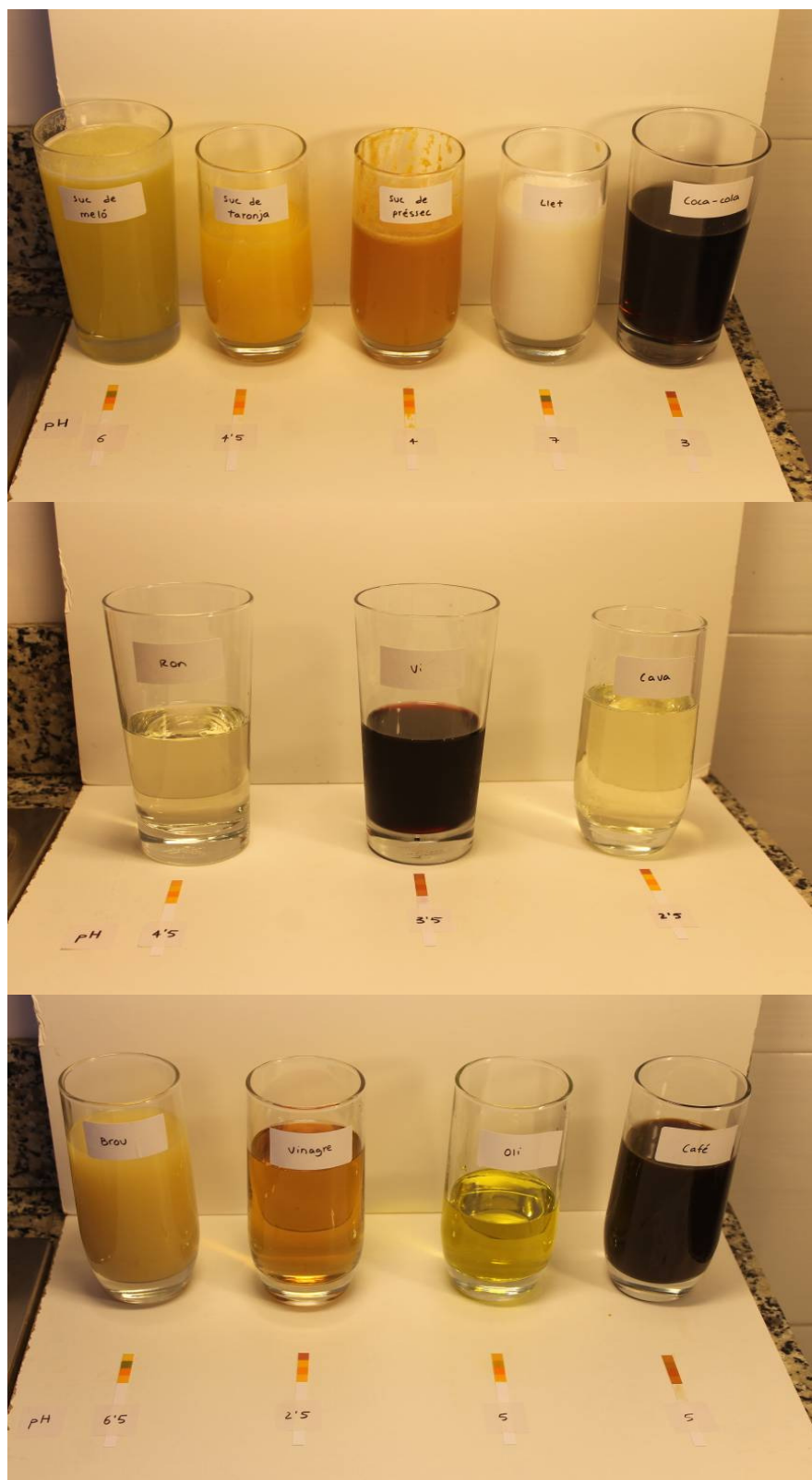
Abans de descriure el procediment utilitzat, és important destacar dues premisses de partida per centrar l'experimentació.

La primera, és que les concentracions de xantana amb les que he treballat, han estat del 0'5% i de l'1%. El motiu és perquè en els resultats de l'experiment a on he comparat la viscositat de diferents ingredients amb dissolucions de xantana de diferents concentracions (veure experimentació 6.6), es pot veure de forma clara que aquestes dues concentracions produeixen uns efectes significatius donant una viscositat espessa, però sense arribar a efectes exagerats que donin textures tipus gel. Semblen per tant les concentracions més adients de cara a utilitzar la xantana en elaboracions culinàries.

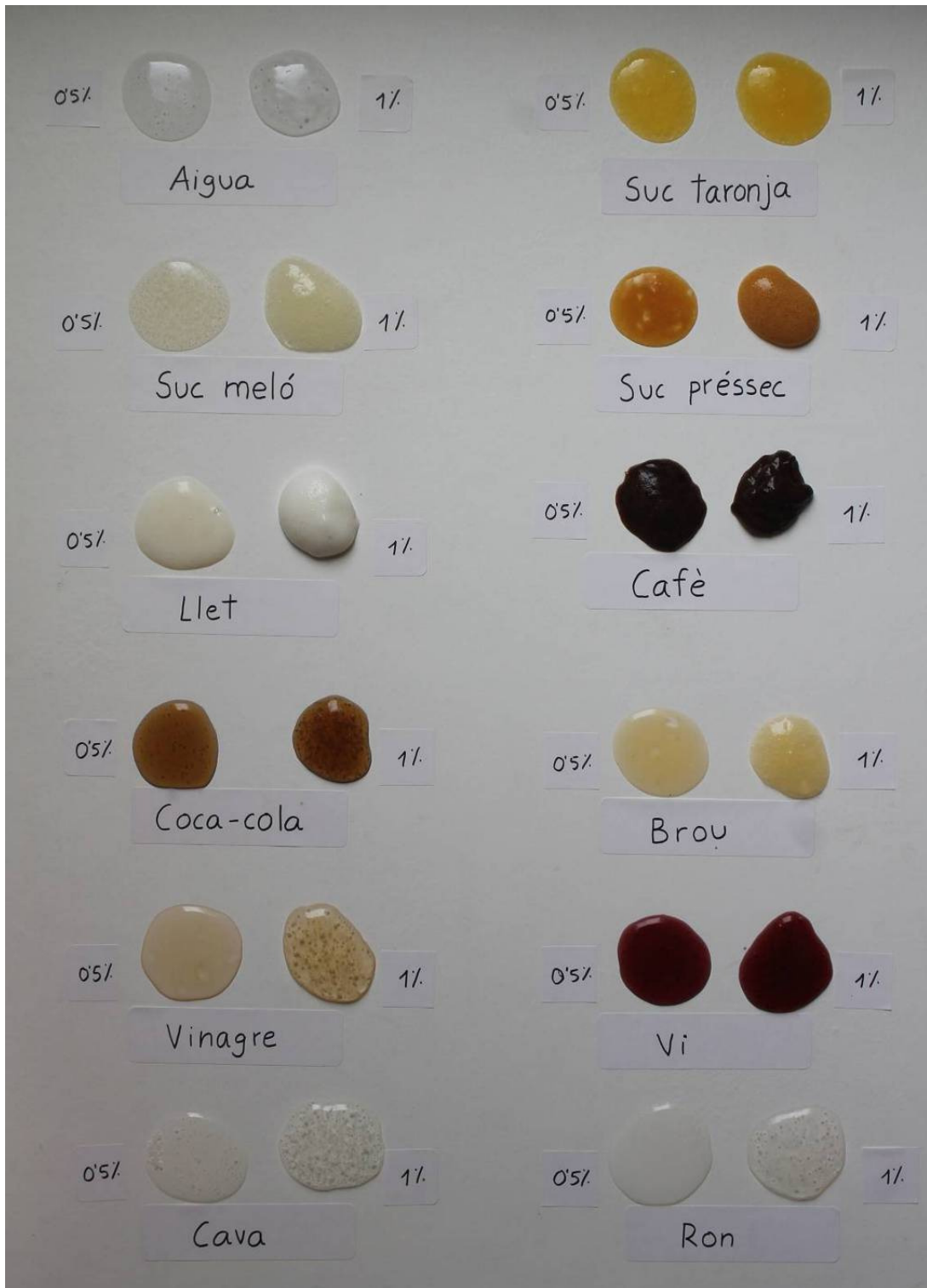
En segon lloc, indicar que l'agitació per aconseguir la dissolució de la xantana l'he fet amb l'agitador manual helicoidal i no amb la batedora elèctrica. La raó ha estat per tal d'incorporar el mínim aire possible i que les textures aconseguides no estiguin afectades per aquest factor.

El procediment que he seguit en aquesta experimentació ha estat:

- Preparació de tots els aliments que requerien una manipulació prèvia
- Mesurar el pH de cada un dels aliments, amb tires indicadores
- Calcular i pesar la quantitat de xantana necessària per a fer cada una de les dissolucions (0'5 i 1%)
- Aconseguir una dissolució homogènia i deixar reposar durant dues hores, ja que vam veure en l'experimentació 6.5 que la viscositat pràcticament no variava allargant més el temps de repòs
- Agafar petites mostres de les dissolucions realitzades per fer les valoracions que abans he indicat. Per una banda vaig situar una petita quantitat sobre una superfície plana (veure imatge 6.31) i per altra en tubs d'assaig per poder valorar ocularment la viscositat inclinant els tubs (veure imatge 6.32 i 6.33)



Imatge 6.28, 6.29 i 6.30: Mostres dels diferents ingredients culinàries per determinar el pH i realitzar les dissolucions de xantana (Font pròpia)



Imatge 6.31: Mostra de les dissolucions de xantana al 0'5% i a l'1% en els diferents ingredients (Font pròpia)



Imatge 6.32: *Fluïdesa dels diferents productes amb una concentració del 0'5 % de xantana. Lliscament dins d'un tub posat en posició horitzontal (Font pròpia)*



Imatge 6.33: *Fluïdesa dels diferents productes amb una concentració del 1% de xantana. Lliscament dins d'un tub posat en posició horitzontal (Font pròpia)*

- **Resultats i observacions**





Els resultats obtinguts en quant al pH de l'aliment, l'aspecte visual, la viscositat i el gust, queden plasmats en la taula següent (Taula 6.11).






El pH dels diferents aliments, no ha variat en cap dels casos al afegir la xantana i per tant a la taula s'indica com a valor únic i constant.



Respecte a la valoració de la viscositat, he utilitzat el criteri que s'indica a la norma UNE 87025 (ja comentada anteriorment) i que és, de menor a major viscositat: *Fluid*, *Espès* i *Viscós*. A més, he afegit els adjectius *Molt* i *Poc* en cada un d'ells per aconseguir tenir una escala més ampla i entenedora. També he utilitzat el criteri *No flueix* ja que en aquest cas no podem parlar de viscositat.

En canvi, per a la valoració de l'aspecte visual i del gust, he d'indicar que les descripcions són subjectives, malgrat que compartides amb un grup de gent.

Valoració de dissolucions de xantana en diferents productes culinàris

Ingredient		Concentració de xantana	Aspecte visual	Viscositat	Gust (sensació en boca)
Suc de taronja (pH 4'5)		0'5%	Molt bo, gelatinós i amb bombolles d'aire de mida molt petita	Viscós	Bo. No es nota massa diferència amb el suc de taronja original, si bé va perdent intensitat
		1%	És el mateix que al 0.5% però amb més quantitat de bombolles d'aire	Molt viscós	
Suc de meló (pH 6)		0'5%	Bo, incorpora molt aire en forma de petites bombolles	Espès	Molt bo i suau, perdent una mica la intensitat del gust del meló
		1%	Bo, incorpora molt més aire i agafa una aparença tipus "escuma" (mousse). Perd transparència	No flueix	
Suc préssec (pH 4)		0'5%	Bo, gelatinós i amb poca incorporació d'aire	Molt viscós	Bo, suau
		1%	Molt bo, amb molt aire incorporat i consistència totalment escumosa	No flueix	Molt bo. El gust a préssec no apareix inicialment
Llet (pH 7)		0'5%	Bo amb aspecte d'una llet condensada però amb incorporació d'aire	Viscós	Regular, similar al d'una llet diluïda
		1%	Gran canvi respecte al 0.5%. Molt bo, igualant-se a una escuma de llet	No flueix	Bo, d'escuma de llet

Cafè (pH 5)		0'5%	Molt bo i especial degut a la seva gran viscositat. No es visualitza incorporació d'aire i té aparença de gel	No flueix	Molt bo, suavitzant molt el gust propi del cafè
		1%	S'accentuen molt més els efectes produïts en el 0.5%	No flueix	Té massa cos i es perd una mica el gust de cafè
Refresc de cola (pH 3)		0'5%	Bo. Les bombolles d'aire incorporades recorden al gas del refresc	Viscós	Regular degut a la pèrdua total del gas. Recorda a un caramel de refresc de cola
		1%	Bo. Les bombolles d'aire incorporades recorden al gas del refresc. Té un aspecte gelatinós	Molt viscós	
Brou (pH 6'5)		0'5%	Bo, sense incorporació d'aire	Espès	Bo, igual que un brou diluït
		1%	Bo amb molta incorporació d'aire i consistència de gel	Viscós	
Vinagre (pH 2'5)		0'5%	Bo, no incorpora aire i manté el mateix aspecte que el vinagre	Fluid	Molt similar al del vinagre inicial
		1%	Molt bo, amb incorporació de moltes bombolles d'aire i amb consistència de gel	Molt viscós	Molt bo, suavitzant l'acidesa pròpia del vinagre
Vi (pH 3'5)		0'5%	Bo, amb una coloració molt intensa, i sense aire incorporat	Espès	Diferent, amb un gran canvi sobre el vi original ja que agafa molt cos (*)
		1%	Bo i s'intensifiquen els efectes produïts del 0.5%	Viscós	

Cava (pH 2'5)		0'5%	Bo. Les bombolles d'aire incorporades recorden al gas del cava	Fluid	Molt agradable i suau malgrat que la pèrdua de gas el desvirtua (*)
		1%	Molt bo, amb un aspecte gelatinós i amb moltes bombolles d'aire que recorden al gas del propi cava	Viscós	Agradable però la gran quantitat d'aire dilueix el seu gust (*)
Ron (pH 4'5)		0'5%	Bo, recorda a l'aigua	Molt fluid	Molt bo, melós, i més suau que el propi rom (*)
		1%	Bo, recorda a l'aigua i incorpora força bombolles d'aire	Espès	Molt bo, melós, però es perd la intensitat del gust del rom (*)
Oli (pH 5)	Al afegir xantana en qualsevol de les dues concentracions, no observo cap canvi en la viscositat ni en el gust, però es nota una pèrdua considerable de la transparència				
(*) El tast d'aquestes begudes alcohòliques no l'he fet jo, sinó que és l'opinió d'un grup d'adults que ho van fer					

Taula 6.11: Resultats i valoració de les dissolucions de xantana en diferents productes culinàris

En quant als temps necessaris per aconseguir la perfecta dissolució de la xantana, indicar que en general han estat molt similars, situant-se entre els dos i els tres minuts. L'excepció s'ha produït en el cas del vi, del cava i del rom en els que la dissolució ha estat molt més ràpida, sense superar el minut. Això deu ser degut a la concentració d'alcohol. Indicar també, que en aquests productes que incorporen alcohol, la viscositat aconseguida és, en general més baixa, que en els altres.

Al intentar establir una relació entre el pH del producte i la viscositat aconseguida, no en trobo cap que pugui portar a concloure que el pH afecta a la viscositat final. Tampoc he trobat cap lligam entre la viscositat aconseguida i el tipus de producte en quant a si es tracta de fruites o aliments amb apreciable quantitat de greixos.

El motiu pel qual la xantana no espesseix l'oli, és degut a que és una molècula molt hidrofílica i per tant actuarà en solucions de base aquosa, no en l'oli que és un medi hidrofòbic.

Com he comentat en el procediment, totes les dissolucions les he fet amb l'agitador helicoidal. Tot i això, per veure els efectes que té el mecanisme d'agitació sobre el producte final, vaig provar de fer alguna altra dissolució amb la batedora elèctrica, observant clarament que el producte obtingut tenia una textura molt més escumosa degut probablement a la major incorporació d'aire.

També he fet proves amb diferents purés de verdures (carbassó i tomàquet), observant-se com a única diferència un augment de la viscositat

6.8. Evolució i conservació al llarg del temps de les dissolucions de xantana

- **Objectius**

Donat que la xantana és un polisacàrid i que en la bibliografia s'indica que les seves dissolucions poden ser susceptibles de contaminacions microbianes, he cregut oportú valorar aquest aspecte.

He valorat possibles contaminacions en cada una de les diferents dissolucions de xantana de treball al llarg del temps i a diferents condicions de temperatura.

- **Material**

- Dissolucions de xantana en aigua al 0'1%, 0'3%, 0'5%, 1%, 2% i 3% (en massa)
- 18 tubs d'assaig
- Film de plàstic
- 3 Gradetes de suport dels tubs



Imatge 6.34: Material necessari i tubs d'assaig amb les diferents mostres per a realitzar la valoració de la conservació a diferents condicions de temperatura (Font pròpia)

- **Procediment**

La valoració de la conservació l'he fet en tres condicions diferents de temperatura:

- Temperatura ambient
- Nevera (aproximadament 7°C)
- Congelador (aproximadament -25°C)

Per això vaig fer tres grups diferenciats de mostres, cada un d'ells amb totes les dissolucions indicades anteriorment.

Vaig posar les mostres en tubs d'assaig, les vaig tapar amb film de plàstic i les vaig col·locar en el seu ambient de temperatura, realitzant observacions periòdiques com es pot veure en la taula de resultats.

La valoració de la contaminació la vaig fer de forma qualitativa per observació ocular i per poder valorar-les de forma comparativa entre elles, vaig establir aquesta escala de nivells de contaminació:

- Cap contaminació
- Petits indicis
- Apreciable
- Molta

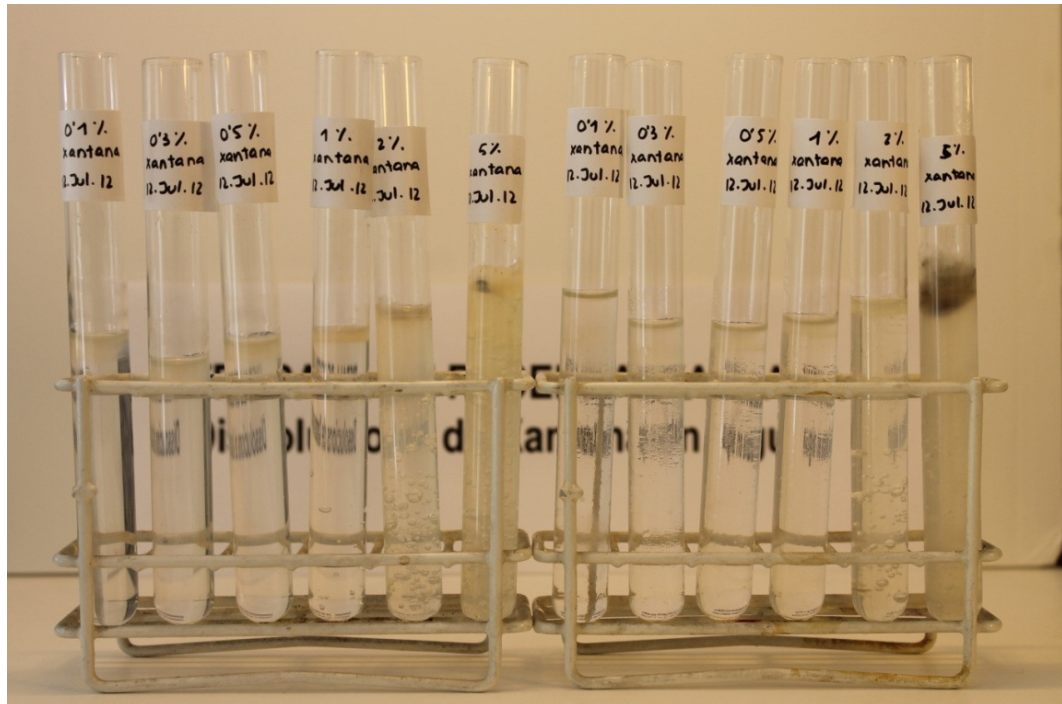
• Resultats

Els resultats obtinguts queden reflectits a la taula següent (Taula 6.12)

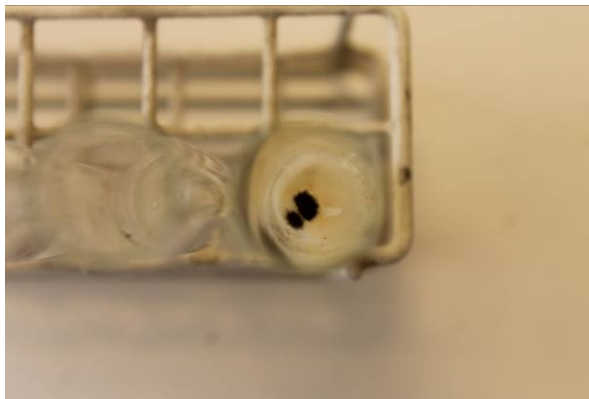
Conservació de dissolucions de xantana								
% de xantana	Forma de conservació	Temps en el que s'efectua l'observació després de la seva preparació i símptomes de contaminació produïda						
		2 hores	8 hores	24 hores	2 dies	6 dies	2 setmanes	1 mes
0'1 %	Ambient	Cap	Cap	Cap	Cap	Cap	Petits indicis	Petits indicis
	Nevera	Cap	Cap	Cap	Cap	Cap	Cap	Apreciable
0'3 %	Ambient	Cap	Cap	Cap	Cap	Cap	Petits indicis	Petits indicis
	Nevera	Cap	Cap	Cap	Cap	Cap	Cap	Apreciable
0'5 %	Ambient	Cap	Cap	Cap	Cap	Cap	Apreciable	Apreciable
	Nevera	Cap	Cap	Cap	Cap	Cap	Petits indicis	Apreciable
1 %	Ambient	Cap	Cap	Cap	Petits indicis	Petits indicis	Apreciable	Apreciable
	Nevera	Cap	Cap	Cap	Cap	Cap	Apreciable	Apreciable
2 %	Ambient	Cap	Cap	Cap	Petits indicis	Petits indicis	Molta	Molta
	Nevera	Cap	Cap	Cap	Cap	Cap	Apreciable	Molta
3 %	Ambient	Cap	Cap	Cap	Petits indicis	Petits indicis	Molta	Molta
	Nevera	Cap	Cap	Cap	Cap	Cap	Apreciable	Molta

Les dissolucions conservades en congelació no mostren cap símptoma de contaminació valorades al cap de tres mesos

Taula 6.12: Resultats qualitius de les contaminacions microbianes de les dissolucions de xantana en diferents temps i medis de conservació segons la temperatura



Imatge 6.37: Aspectes de les dissolucions de xantana conservades en nevera i a temperatura ambient respectivament al cap de 2 setmanes (Font pròpia)



Imatge 6.38: Detall de la contaminació microbiana de la dissolució al 3% al cap de dos setmanes a temperatura ambient (Font pròpia)

- **Observacions**

- En la conservació a temperatura ambient, les dissolucions més concentrades (a partir de l'1%), comencen a donar mostres de contaminació al cap de dos dies d'haver-les preparat, mentre que les altres no ho fan fins almenys passada una setmana.
- Conservant-les en fred, la contaminació apareix més tard, entre dues setmanes i un mes depenent de les concentracions.
- Conservades en congelació durant tres mesos, no donen cap símptoma de contaminació.
- Vistos aquest valor, i agafant un bon marge de seguretat, puc dir que una solució de xantana pot conservar-se perfectament durant un parell de dies en nevera.

7. APLICACIONS CULINÀRIES DE LA XANTANA

Al llarg de tota l'experimentació feta sobre dissolucions de xantana en aigua i en diferents ingredients culinaris, he pogut estudiar les seves diferents propietats i en conseqüència, constatar algunes de les possibles aplicacions pel dia a dia a la cuina. Bàsicament és el seu gran efecte espessant, com ja havia pogut llegir en diferents fonts d'informació sobre el producte i m'havien indicat durant la visita que vaig fer a la Fundació Alícia.

Durant les diferents elaboracions dels plats que detallaré a continuació, vaig poder anar observant altres efectes produïts per la xantana que em van donar idees per a altres elaboracions i aplicacions pràctiques que no he trobat en la bibliografia consultada ni en les entrevistes mantingudes, motiu pel qual crec que es tracta d'innovacions en aquest àmbit.

Un objectiu a l'hora de fer les diferents aplicacions, va ser intentar veure si es podia utilitzar la xantana per modificar un menú sencer, des de un primer plat fins a unes postres i cocteleria. En aquest apartat només explicaré l'aplicació de la xantana i l'observació dels efectes produïts; en l'annex 4 és poden veure les receptes completes dels plats.

Per exposar les diferents elaboracions, he utilitzat com a criteri l'efecte principal que produeix la xantana en cada un dels casos. Així doncs he estudiat l'efecte de la xantana en:

- Espessiment de cremes i brous
- Modificació de textures de salses
- Suspensió de sòlids en una base líquida
- Estabilització de les emulsions en el procés de congelació i descongelació
- Capacitat de retenció d'aigua
- Esponjament de masses fetes amb farina sense gluten
- Estratificació d'ingredients culinaris en fase semi líquida
- Altres aplicacions culinàries

7.1. Espessiment de cremes i brous

Un dels aspectes que més es tenen en compte a l'hora de valorar una crema (habitualment de verdures), és la seva textura en quant a viscositat. Molts cops, al fer una crema, no ens queda la viscositat desitjada. En el cas de que quedi massa espès es soluciona fàcilment afegint aigua, però si ens ha quedat massa líquid, la solució és més complexa i passa per afegir altres ingredients els quals modifiquen el gust inicial i propi de la crema.

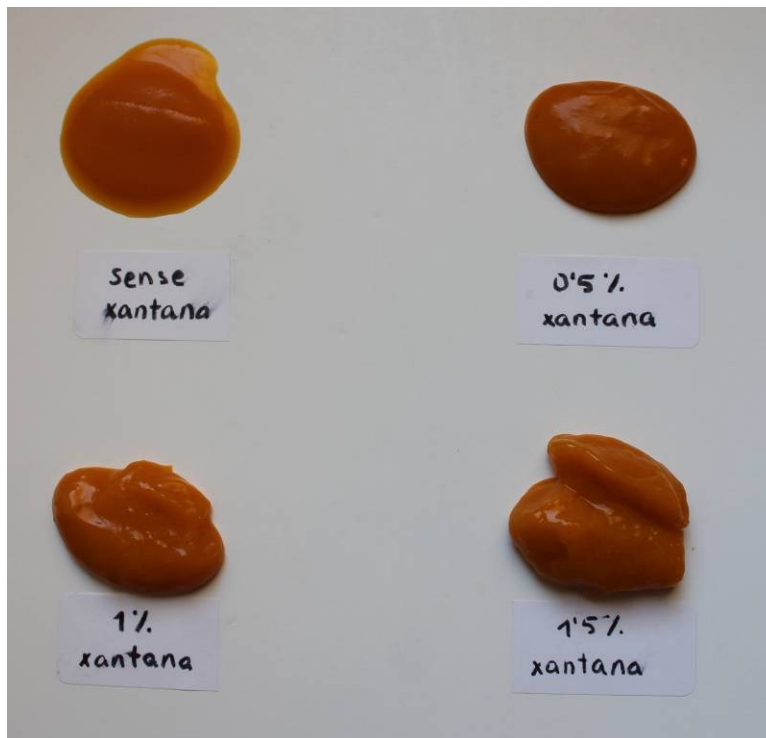
La xantana, actua com a espessant utilitzant petites quantitats, sense modificar el gust i amb una fàcil dissolució ja que és en calent.

La prova l'he fet amb una crema de carbassa que inicialment ja presentava una textura (viscositat) adequada per ser menjada com a crema (Imatge 7.1)



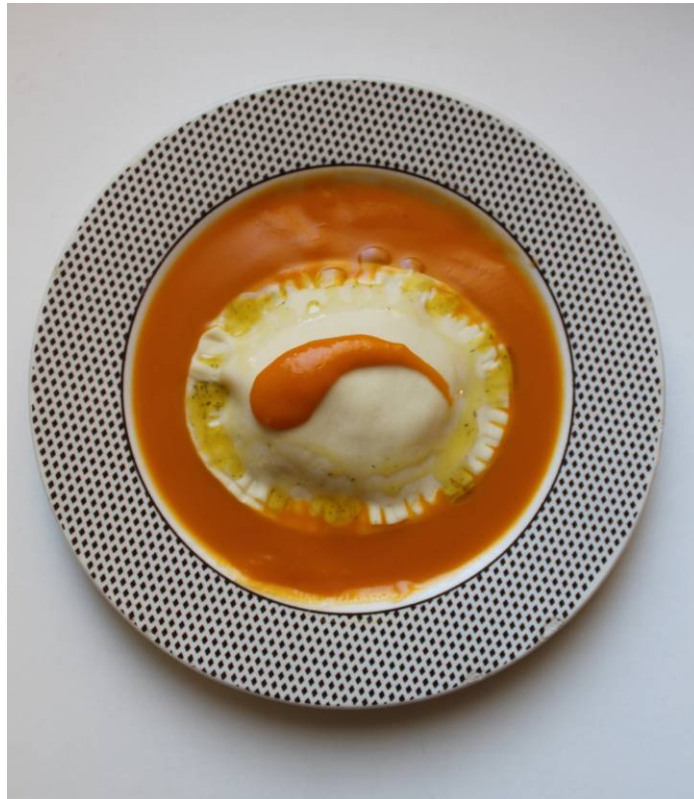
Imatge 7.1: Crema de carbassa sense afegir xantana (Font pròpia)

Posteriorment vaig afegir diferents concentracions de xantana en la crema. Vaig aplicar un 0'5% i un 1% ja que són les concentracions que vam observar que en general eren més adequades segons l'experimentació de l'apartat 6.7, i un 1'5% per intentar exagerar l'efecte produït (Imatge 7.2).



Imatge 7.2: Crema de carbassa sense i amb diferents concentracions de xantana (Font pròpia)

Aprofitant aquestes diferents textures, vaig elaborar un plat incorporant algunes d'elles. Es tracta d'un ravioli rodó de mida gran, farcit de foie i compota de poma. Pels voltants, es posa una basa de crema de carbassa amb xantana al 0'5% a fi d'aconseguir que aquesta no cobreixi tan fàcilment el ravioli. Per últim, posar per sobre del ravioli una cordó de crema de carbassa, en aquest cas a l'1% de xantana, amb el que s'incrementa molt la seva viscositat i s'aconsegueixen dos efectes: per una banda, que no flueixi i per altra, poder contrastar al ingerir-ho, la diferència entre les dues textures (Imatge 7.3)

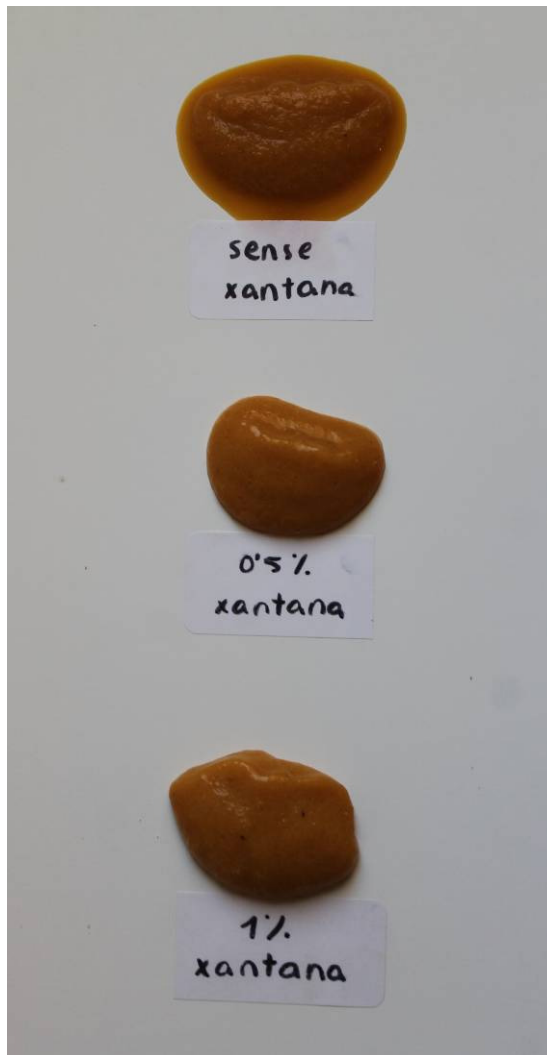


Imatge 7.3: Ravioli farcit amb textures de carbassa
(Font pròpia)

Aquests mateixos efectes es poden aconseguir amb qualsevol tipus de crema (carbassó, tomàquet, porro, xampinyons,...) o també per espessir brous com vàrem veure a l'experimentació 6.7 (pàg.46) malgrat que la seva aplicació queda més limitada.

7.2. Modificació de textures de salses

Una altra aplicació que pot tenir l'efecte espessant de la xantana, és el de modificar la textura, en quant a la viscositat, d'una salsa que acompanyi a un plat de carn o peix. Amb això podem aconseguir, o bé augmentar la seva viscositat en el cas que ens hagi quedat massa líquida, o bé aconseguir altres efectes decoratius i/o texturitzants.



Per comprovar-ho, vaig elaborar un plat de carn que habitualment es fa amb una salsa composta d'un sofregit de ceba i pastanaga, al que se l'hi afegeix suc de taronja. Per a fer aquesta salsa, s'ha de tenir força estona al foc per a reduir-la i moltes vegades és fa difícil ajustar el seu grau de viscositat. Amb el fet d'afegir xantana es pot aconseguir també una reducció de temps en l'elaboració, menys consum energètic i evitar que la carn quedi sobre cuita.

Un cop feta la salsa, vaig fer dissolucions a diferents concentracions de xantana en la salsa. Aquestes van ser al 0'5% i a l'1%, sense provar més concentracions ja que aquesta darrera ja tenia una consistència molt viscosa (Imatge 7.4).

Imatge 7.4: Salsa de sofregit amb suc de taronja sense i amb diferents concentracions de xantana (Font pròpia)

Per fer el muntatge del plat vaig optar, dintre de les diverses opcions que tenia, per separar la carn de la salsa i posar aquesta espessida amb l'1% de xantana i així aconseguir també un efecte decoratiu del plat (Imatge 7.5).

Tot això també és vàlid per a qualsevol tipus de salsa que vulguem espessir o per fer qualsevol altra composició i/o decoració del plat.

Imatge 7.5: Llom ibèric a la taronja (Font pròpia)



Al realitzar aquesta elaboració així com l'anterior (7.1), vaig observar que al deixar reposar la crema o la salsa amb i sense xantana, es produïa un efecte diferent. La que no portava xantana, experimentava una separació en una fase líquida aquosa i una altra més consistent, com es pot veure molt clarament en les imatges 7.2 i 7.4. Aquest fet em va cridar molt l'atenció i em va servir de base per pensar en noves aplicacions de la xantana com es veurà en elaboracions posteriors.

7.3. Suspensió de sòlids en una base líquida

Aprofitant la viscositat que agafen els líquids al afegir-los xantana, vaig pensar en la possibilitat d'intentar fer una suspensió de sòlids en un medi líquid concentrat amb xantana. Després de provar diferents opcions i amb la idea de trobar unes postres per completar el menú, vaig fer una elaboració basada en la macedònia clàssica.

L'elaboració va consistir en espessir un suc de taronja amb xantana i afegir-li petits trossos de fruita, buscant que aquests quedessin en suspensió. Depenent de la concentració de xantana utilitzada, és produeixen efectes molt diferents:

- Afegint un 1% de xantana al suc de taronja, aquest agafa una consistència pràcticament de gel i els trossos de fruita es queden a la superfície sense distribuir-se per tot el líquid. Això es pot veure clarament en la imatge 7.6 en les que la fruita en suspensió és meló.

En aquest cas, cal tenir present que el suc de taronja perd intensitat de gust i per tant s'hauria de compensar amb fruites en suspensió que tinguin un gust potent, com poden ser els gerds, les maduixes,...



Imatge 7.6: *Macedònia amb suc de taronja amb una concentració de l'1% de xantana (Font pròpia)*

- Afegint tan sols un 0'2% de xantana al suc de taronja, també s'aconsegueix que la fruita quedi en suspensió, si bé aquesta no queda a la superfície sinó que es distribueix per tot el líquid (aquest efecte es pot veure clarament a les imatges 7.8 i 7.9). A més, pràcticament el suc de taronja no perd potència de gust. La sensació al menjar aquesta macedònia en suspensió és molt diferent, ja que és molt fàcil agafar conjuntament el suc amb la fruita, cosa que costa molt més al menjar una macedònia tradicional.



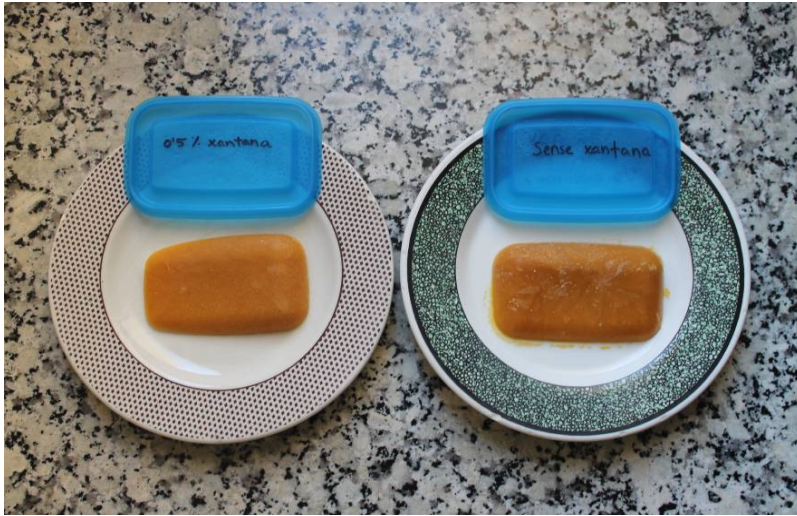
Imatges 7.7 i 7.8: *Macedònia amb suc de taronja amb una concentració del 0'2% de xantana (Font pròpia)*

7.4. Estabilització en el procés de congelació i descongelació

A partir de l'observació feta en les elaboracions 7.1 i 7.2, en relació a la separació o no en fases de la crema i de la salsa segons portés o no xantana, vaig pensar en el problema que es produeix a l'hora de descongelar una crema o una salsa, quan moltes vegades es trenca l'emulsió i es produeix una clara separació de fases. Això pot ser un problema important ja que moltes vegades es fa difícil obtenir després de la descongelació una crema amb les propietats originals.

Per comprovar si era possible que la xantana actues com a estabilitzador en el procés de congelació/descongelació, vaig congelar crema de carbassó i salsa de taronja (utilitzada a l'elaboració 8.2) a diferents concentracions de xantana.

Els resultats obtinguts van ser espectaculars al comprovar que amb petites concentracions de xantana, s'aconseguien uns resultats òptims, i la descongelació no provocava la separació en fases. Aquest efecte és pot veure clarament en les imatges següents (Imatges 7.9 a 7.18)



Imatges 7.9, 7.10, 7.11:

Procés de descongelació de la salsa "a la taronja" amb xantana al 0,5% i sense xantana. Imatges preses en el moment de treure-les del congelador, al cap d'una hora, i al cap de dues hores i mitja (Font pròpia)



Imatges 7.12, 7.13, 7.14, 7.15, 7.16, 7.17, 7.18:

*Procés de descongelació de la crema de carbassó sense xantana i amb xantana al 0'25% i al 0'5%.
Imatges preses en el moment de treure-les del congelador, al cap d'una hora, i al cap de dues hores i mitja
(Font pròpia)*

7.5. Capacitat de retenció d'aigua

Agafant com a base de partida els resultats obtinguts en les elaboracions anteriors, vaig pensar quines altres aplicacions podria tenir la xantana aprofitant el fet de que no permet la separació de l'aigua de la resta de l'aliment.



Una de les elaboracions en la que es produeix aquest fenomen, és en el pa amb tomàquet. Quan preparem pa amb tomàquet, al cap d'un temps es nota que el tomàquet té un aspecte ressec i que el pa s'ha estovat. Això pot ser degut a que l'aigua que conté el tomàquet, es pot haver infiltrat en el pa (per això aquest s'estova) i en part també evaporat.



Primer de tot, vaig fer dissolucions de xantana al 0'25% i al 0'5% en el tomàquet ratllat prèviament (Imatges 7.19, 7.20, 7.21).

A continuació, vaig aplicar el tomàquet ratllat, sense i amb les diferents concentracions de xantana, sobre unes llesques de pa (Imatge 7.22).



Vaig anar controlant com evolucionava el seu aspecte i vaig poder observar que al cap de mitja hora, ja es començaven a denotar diferències entre les llesques amb tomàquet amb xantana o sense.

Al cap de dues hores, les diferències eren molt més notables com es pot veure en les imatges següents (Imatges 7.23, 7.24, 7.25).

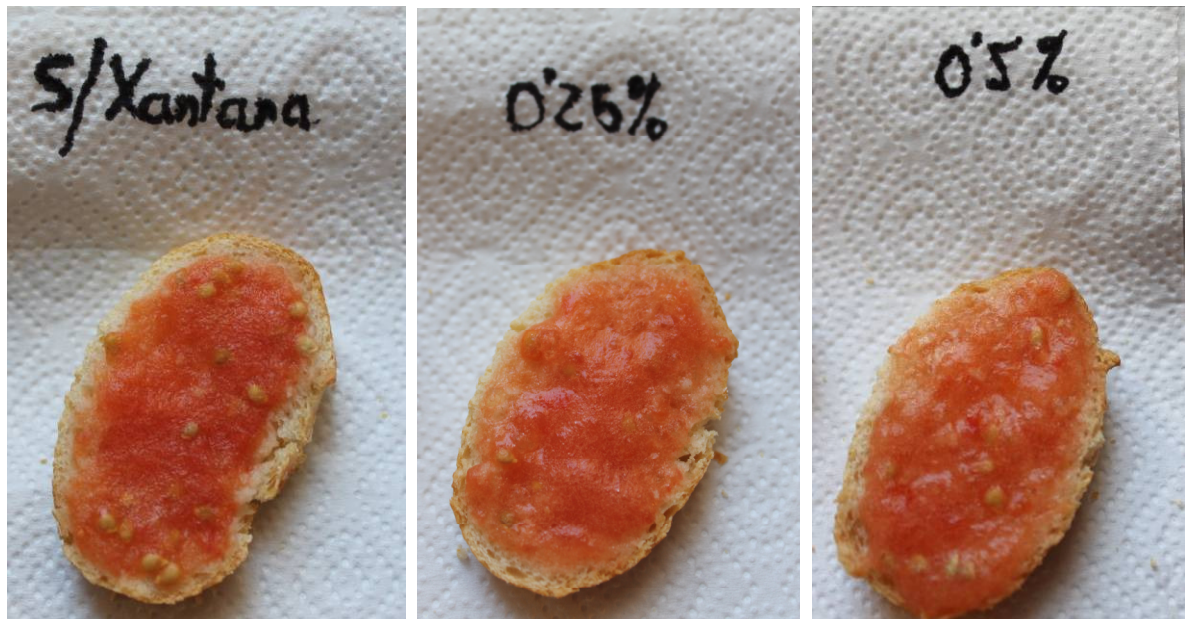
Imatge 7.19, 7.20, 7.21: Preparació de tomàquet ratllat amb diferents concentracions de xantana (Font pròpia)

També vaig poder comprovar que la sensació al menjar-ho, era ben diferent. El pa amb tomàquet amb xantana, no estava estovat i semblava acabat de fer.

Respecte a les diferents concentracions, no vaig observar cap diferència, i per tant no cal superar la concentració de 0'25% en xantana.



Imatge 7.22: Llesques de pa amb tomàquet, sense i amb diferents concentracions de xantana en el moment de la seva preparació (Font pròpia)



Imatge 7.23, 7.24, 7.25: Aparença de les llesques de pa amb tomàquet sense i amb diferents concentracions de xantana al cap de dues hores de la seva preparació (Font pròpia)

Amb tot, puc concloure que els resultats obtinguts són francament molt bons i la utilització de petites concentracions de xantana (0'25%) ens permet poder fer un pa amb tomàquet amb antelació i que mantingui les seves propietats tan visuals com gustatives.

7.6. Esponjament de masses amb farina sense gluten

Buscant diferents aplicacions de la xantana, a través de diverses pàgines web²¹ que donen receptes per a persones amb intolerància al gluten, vaig llegir que s'utilitzava per a fer rebosteria malgrat que no explicava ni els motius ni els efectes. Va ser per aquest motiu que vaig voler esbrinar quin era l'efecte que produïa la xantana sobre masses amb farina sense gluten. Com que sabia que les preparacions amb farina sense gluten no acostumen a tenir cos, vaig pensar que probablement l'efecte seria donar més volum

Per comprovar-ho, vaig fer un cóc clàssic (veure recepta a l'annex) de diverses maneres:

- Amb farina convencional
- Amb farina sense gluten
- Amb farina sense gluten i xantana en una proporció del 0'2% sobre el volum total de la massa per fer el pastís

Perquè les condicions i formes a l'hora de fer tots els cócs foren iguals, els vaig fer en motlles de magdalenes i en una única fornada.

Els resultats obtinguts, es poden valorar des de diferents punts de vista:

- Aspecte exterior. El volum que agafa el cóc amb farina sense gluten i xantana és relativament més gran que el que agafa el de farina sense gluten i sense xantana, sense arribar al que agafa el de farina convencional (Imatge 7.26)



Imatge 7.26: Imatge externa dels diferents cócs. D'esquerra a dreta: Farina convencional, farina sense gluten i xantana, farina sense gluten sense xantana, farina convencional (Font pròpia)

- Aspecte interior. L'aspecte interior explica encara millor l'efecte de la xantana, ja que es veu com el fet d'afegir xantana a la farina sense gluten, fa que

²¹ <http://www.celiac.com> <http://singlutenesmasrico.blogspot.com.es> <http://www.coeliac.org.uk>

després de la cocció quedin en l'interior de la massa petites esfèrules d'aire que li donen un aspecte similar a les del còc amb farina convencional, en tant que la massa del coc fet amb farina sense gluten i sense xantana es molt més compacta. (Imatge 7.27)



Imatge 7.27: Imatge de l'interior dels diferents cocs. D'esquerra a dreta: Farina convencional, farina sense gluten i sense xantana, farina sense gluten amb xantana (Font pròpia)

- Textura. Al tastar els diferents pastissos, es nota una diferència molt important entre els de farina sense gluten amb xantana o sense, sent molt més agradable i esponjosa el que incorpora xantana. En qualsevol cas, cal dir que no s'aconsegueix la mateixa textura que utilitzant farina convencional

7.7. Estratificació d'ingredients culinaris en fase semi líquida

Donat que els ingredients culinaris amb els que he treballat varien la seva viscositat en afegir-los xantana, es poden col·locar per capes sense que pràcticament es barregin i es mantenen en un estat semi líquid. La millor o pitjor estratificació dependrà del tipus d'aliment i de la concentració de xantana aplicada. És important indicar que el fet de que no es barregin és degut a la seva viscositat i no a que tinguin diferents densitats, fet que dona el gran avantatge de poder situar les capes en qualsevol ordre. També és possible fer capes amb un ingredient sense xantana i altres amb xantana.

Són moltes les possibilitats que existeixen. Com exemple vaig preparar:

- **Estratificació de llet condensada i cafè** amb una concentració de xantana del 0'5%. El resultat és molt bo (Imatges 7.28, 7.29, 7.30).



Imatges 7.28, 7.29, 7.30:
*Estratificació de llet condensada i cafè
al 0'5% de xantana
(Font pròpia)*

- **Estratificació de llet condensada i suc de taronja** amb concentració de xantana del 1%. En aquest cas l'estratificació no va quedar perfecte pel fet de que al no tenir xantana la llet concentrada i que el suc de taronja amb xantana agafa una viscositat molt menor a la del cafè, cal anar amb molta cura en distribuir la taronja per igual en tota la superfície (Imatges 7.31, 7.32).



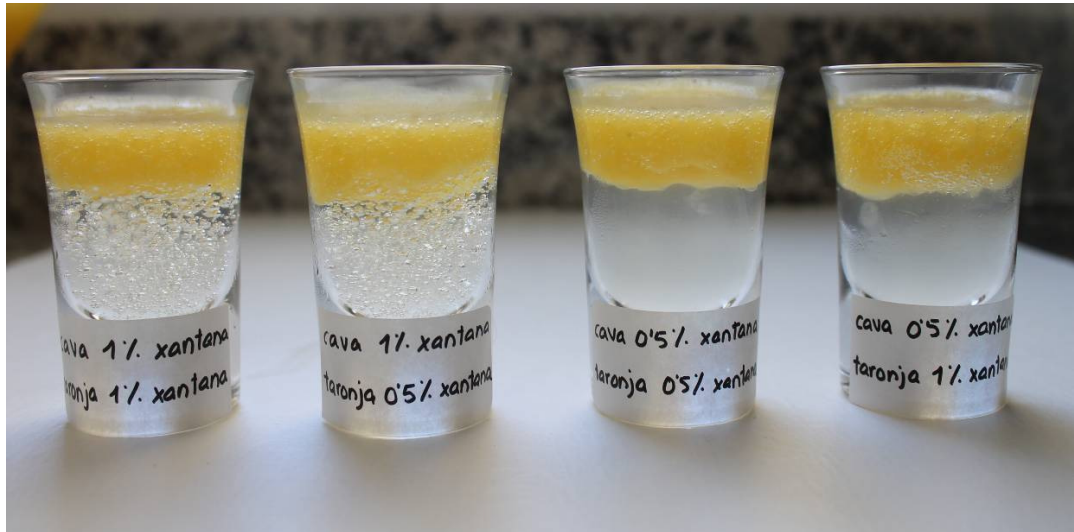
Imatges 7.31 i 7.32: *Estratificació de llet condensada i suc de taronja a l'1% de xantana*
(Font pròpia)

- **"Xopet" de rom amb cola.** A partir del combinat "Cuba-libre" he fet aquest "xopet" fred. Cal dir que presenta un problema important com és que en el procés de dissolució de la xantana en la cola, aquesta perd tot el gas i per tant el gust posterior varia molt. Malgrat això la imatge és bona quan a la cola li posem l'1% de xantana, ja que en l'agitació s'incorpora aire que es mostra com si foren esfèrules de gas atrapat. Si es beu xarrupant fort, és possible incorporar a la boca el rom i la cola a l'hora (Imatge 8.33)



Imatge 7.33: "Xopet" de rom cola a diferents concentracions. D'esquerra a dreta: Rom 1% cola 1%, rom 0.5% cola 1%, rom 1% cola 0.5%, rom 0.5% cola 0.5%
(Font pròpia)

- **"Xopet" de cava amb taronja.** Els resultats tant de gust com de imatge són molt similars a l'anterior, ja que aquí es perd el gas del cava però s'incorpora aire en la agitació per aconseguir la dissolució de la xantana (Imatge 7.34)



Imatge 7.34: "Xopet" de cava i taronja a diferents concentracions. D'esquerra a dreta: Cava 1% taronja 1%, cava 1% taronja 0'5%, cava 0'5% taronja 0'5%, cava 0'5% taronja 1% (Font pròpia)

Una manera de reduir el problema de la pèrdua del gas carbònic en el moment de l'agitació, seria dissoldre la xantana en una petita quantitat del líquid gasós a espessir i després barrejar-ho amb cura amb la resta del líquid. Això només es pot fer si s'han de preparar quantitats grans. Un altre procediment que utilitzen els cuiners professionals, és regasificar el líquid amb un sífó.

7.8. Altres aplicacions culinàries

Las aplicacions que he descrit són exemples de les possibilitats que ens ofereix la xantana i les variacions a fer són infinites. A part d'aquestes variacions he trobat altres aplicacions generals que vull comentar:

- Substituti de la farina com a espessant, amb el que s'elimina el problema del possible gust farinós i es facilita la dissolució sempre que la preparació sigui en calent. Seria el cas d'una salsa beixamel o d'espessir qualsevol altra salsa com ja hem comentat a la preparació 7.2

- En dietes baixes en calories, substitutiu de la crema de llet per llet desnatada amb xantana, encara que en aquest cas el gust es veurà una mica afectat. La xantana a part de donar més consistència, també dóna la sensació en boca que donen els aliments grassos. Com exemple tindriem una salsa carbonara o una salsa de formatges.
- Per espessir un puré de fruites, en lloc de fer-ho amb galetes o farina.
- Per donar certa consistència als aliments líquids que han de prendre les persones amb problemes de deglutició.
- Emulsionar salses en fred en les que intervingui oli i algun altre ingredient no miscible com pot ser el vinagre o el suc de llimona.

8. CONCLUSIONS I PROPOSTES DE NOVES LÍNIES DE RECERCA SOBRE EL TEMA

Un cop realitzada la recerca i l'experimentació, he arribat a tot un seguit de conclusions que responen en primer lloc a la pregunta que dona títol al treball i als objectius inicials plantejats (pàg.7). Així mateix també he arribat a altres conclusions, que si bé no responen directament als objectius inicials, són fruit de la pròpia evolució del treball a mida que anava realitzat les experimentacions.

De forma global, puc concloure que la pregunta del treball "Millor amb xantana?" té una resposta afirmativa, i fins i tot els resultats obtinguts superen les expectatives inicials que jo tenia en quant als seus efectes i possibles aplicacions a la cuina.

Al final de cada conclusió hi ha un número que es relaciona amb la numeració feta dels objectius a l'apartat 2, el que permet fer una millor valoració de la recerca. Malgrat això, n'hi ha algunes conclusions que no estan relacionades directament amb cap dels objectius inicials, ja que han anat sorgint a mida que avançava la recerca.

Les principals conclusions que he extret són:

- La **cuina molecular** no hauria de considerar-se com una modernitat ja que es basa en l'aplicació de coneixements científics per millorar i innovar a la cuina. Això ha succeït sempre, malgrat que si que cal dir que en els darrers temps s'han combinat diversos factors (avenços científics, relació científics amb cuiners, interès social i cultural, nous productes (additius), nova maquinària (tecnologia), i creativitat per part dels cuiners) que l'han fet molt visible [1]
- Des de fa uns anys, en la cuina d'avantguarda els **conceptes cuina, ciència i tecnologia**, estan íntima i necessàriament relacionats. La cuina s'ha fixat més en els coneixements científics i la tecnologia ha creat aparells, tècniques i productes per poder-los aplicar, el que en conjunt ha significat una millora tant nutricional com de descobriment de noves sensacions i sabors [2]
- La **textura** és un concepte molt important en la cuina actual que es tradueix en les sensacions que tenim al ingerir un aliment. No es pot parlar de donar textura sinó de retexturitzar. M'ha sorprès que fins i tot hi hagi una normativa específica (UNE87025) que catalogui els diferents tipus de textures que poden haver a la cuina [3]

- La **xantana** és un producte d'origen natural. Malgrat que actualment es fabrica amb procediments químics, el seu ús a la cuina no presenta **cap mena de risc per a la salut** a les concentracions utilitzades [4]
- La xantana és un **heteropolisacàrid** que es presenta en forma de **pols blanquinosa** i que s'utilitza en molts camps de la indústria i que des de fa només uns 10 anys s'ha incorporat a les cuines dels restaurants més innovadors [4]
- No és possible fer presentacions de **xantana en forma líquida** per facilitar la seva aplicació, ja que en petites concentracions ja pren viscositats molt elevades i un cop preparada pot contaminar-se [6]
- Per fer més fàcil la seva aplicació en petites quantitats (handicap que pot tenir), he pensat en la utilització de petites **culleres dosificadores** com les que ja es comercialitzen, per altres usos, en botigues de materials de cuina [6]
- La **dissolució de xantana** en aigua o aliments presenta certes dificultats que requereixen una agitació específica (agitador manual helicoidal o batedora elèctrica) i que s'accentua amb l'increment de la concentració. Al augmentar la temperatura la dificultat disminueix molt notablement [7]
- També es pot concloure que degut a l'agitació realitzada en el procés de dissolució, es produeix una notable **incorporació d'aire** en forma de bombolles retingudes [7]
- Les dissolucions a diferents concentracions de xantana presenten unes **propietats físico-químiques** peculiars, fet que li donarà moltes possibles aplicacions. En quant a aquestes propietats, cal remarcar: [8]
 - Fins a concentracions del 10%, les dissolucions de xantana en aigua no adquireixen terbolesa ni coloració. L'increment de temperatura tampoc provoca variacions d'aquests aspectes.
 - La densitat de les dissolucions de xantana no varia al incrementar la seva concentració i es manté similar a la de l'aigua.
 - Al fer diferents dissolucions de xantana en aigua, el pH no varia.
 - A mida que s'incrementa la concentració de xantana en aigua, augmenta la viscositat de la dissolució de forma exponencial. A partir de concentracions del 3%, la consistència que adquireix fa molt difícil la seva manipulació i per tant el seu ús a la cuina.

- Les dissolucions adquireixen la seva consistència viscosa de forma immediata
- La principal propietat físico-química que modifica l'adició de xantana, és la **viscositat** valorada com la capacitat de fluir. Com ja he comentat l'increment és exponencial en relació a la concentració. Amb el pas del temps, un cop s'han preparat les dissolucions, es denota un lleuger increment de la viscositat (entre un 5-10%). La temperatura (fins a uns 60°C) tampoc afecta pràcticament a la viscositat (excepte per la concentració del 3%) [8]
- Cal tenir molt present que la xantana fa **variar la viscositat però no la densitat**. Aquest fet, moltes vegades confós, és el que ens ha permès fer capes de diferents aliments amb xantana sense que aquestes es moguin alterant la seva posició inicial [8]
- Les dissolucions de xantana en aigua, donen mostres de **contaminació microbiana** al cap d'un temps. Concretament, la contaminació augmenta amb la concentració, amb el temps i amb la temperatura. Com exemple, les dissolucions a l'1% de xantana conservades en nevera, no mostren signes de contaminació fins al cap d'unes dues setmanes de preparació (veure pàg.57) [9]
- Es pot establir una relació clara entre la **viscositat de les dissolucions de xantana** en aigua i diferents **ingredients culinaris**, cosa que ens permet fer-nos fàcilment una idea de les viscositats adquirides. Això queda reflectit en el gràfic de núvols 6.3 de la pàgina 45. (Per exemple, la viscositat d'una dissolució de xantana al 0'5%, està entre el iogurt líquid i el iogurt desnatat) [10]
- Al incorporar xantana a diferents productes culinaris de base, es produeixen **modificacions en quant al seu aspecte visual, viscositat i sensació en boca**. No es veu alterat el pH original de l'ingredient de base. Una mateixa concentració de xantana provoca diferents efectes depenent del tipus d'ingredient sense que es pugui establir una relació clara. Aquestes modificacions es poden veure en la imatge 6.31 i en la taula 6.11 (pàg.49-54) [11]
- Les concentracions de xantana més habituals per treballar a la cuina s'han de situar entre el **0'2% i el 1'5%** depenent de l'efecte que es vulgui aconseguir.
- La xantana a part del seu efecte principal (espessir), produeix **altres efectes** que poden ser aplicables a la cuina. Aquests són: efecte suspensor, estabilitzar emulsions

(tant a temperatura ambient com en processos de congelació i descongelació), retenir aigua, donar esponjositat a masses sense gluten i retenir aire/gas [12]

- A diferència d'altres espessidors, la xantana es pot **dissoldre** tant **en fred com en calent** [7]
- Hi ha moltes **aplicacions pràctiques** de la xantana que ens permeten millorar plats i fer noves elaboracions, des d'evitar que un pa amb tomàquet quedi estovat al cap d'un temps fins estabilitzar la descongelació d'una crema, passant per l'espessiment de qualsevol salsa [13]
- Al escalfar una salsa que hagi estat **espessida** amb xantana, aquesta no varia la seva viscositat, així que pot acompanyar plats calents sense que perdi "cos". [13]
- La xantana pot ser molt útil en la **millora de dietes especials**, com per exemple, les hipocalòriques (substitutiu de greixos per donar una major consistència), les que no poden incorporar gluten (dóna esponjositat), les específiques per a problemes de deglutició (espessir un líquid) [14]
- He pogut elaborar un **menú complet** en el que la xantana ha intervingut en tots els plats millorant la part dietètica, la pràctica d'elaboració i l'aparença [15]

A part d'aquestes conclusions específiques del tema del treball, n'he pogut extreure d'altres generals que crec que em seran molt útils per a treballs posteriors:

- Abans de realitzar qualsevol experimentació pràctica cal haver **definit de forma molt concreta el mètode** a seguir, marcar escales de referència de les magnituds que es volen mesurar i anotar de forma metòdica els resultats que es van obtenint. Aquesta conclusió l'he extret a partir d'alguns errors inicials que vaig cometre al realitzar les meves experimentacions i que em van suposar haver-les de repetir (veure experimentació 6.2 de la pàgina 29) [5]
- La **gran quantitat d'informació** que avui en dia tenim disponible, fa que a mida que el treball va avançant, vagin apareixent més vies de recerca i experimentació i moltes vegades es fa difícil marcar un límit en quant a on arribar.

- He trobat a la xarxa d'Internet **certa informació no fiable** ni contrastada, que sota una bona aparença de disseny, pot induir a errors greus.
- En alguns llibres i articles de divulgació de cuina, hi ha **errors de conceptes tecnocientífics** importants. N'és un exemple molt habitual el de la confusió entre densitat i viscositat.

Un cop acabat el treball i després d'haver realitzat una intensa investigació i experimentació, crec que queden obertes moltes vies per tal d'aprofundir en aquest tema relacionat amb els nous additius que s'estan incorporant a la cuina actual, i que poden ser la base de partida d'altres treballs de recerca. Algunes d'aquestes poden ser: el debat obert sobre l'ús de la metilcel·lulosa, la sinèrgia de la xantana barrejada amb altres espessidors, les possibles vies de comercialització de la xantana, aprofundir en els beneficis que pot aportar la xantana en dietes hipocalòriques, per a persones celíaques, per a persones amb problemes de deglutició, entre d'altres.

9. BIBLIOGRAFIA

LLIBRES

- ADRIÀ, FERRAN: *La cocina de familia*. Editorial RBA. Barcelona, 2011
ISBN 978-84-9298-182-3
- DE ORTEGA, SIMONE K.: *Mil ochenta recetas de cocina*. Alianza editorial. Madrid 1.972
ISBN 84-206-1428-9
- DIMBLEBY, JOSCELINE: *Le parfaitcuisiner*. Editorial Gründ. París 1992
ISBN 2-7000-5771-6
- FUNDACIÓ ALICIA I EL BULLITALLER: *Léxico científico gastronómico*. Editorial Planeta.
Barcelona 2006 ISBN 978-84-08-06535-7
- MANS, CLAUDI: *La truita cremada*. Edita: Col·legi Oficial de Químics de Catalunya.
Barcelona, 2005 ISBN 84-931970-1-7
- MANS, CLAUDI: *Sferificaciones y macarrones*. Editorial Ariel. Barcelona, 2010. 1a edició
ISBN 978-84-344-6916-7
- WILLIAN'S, ANNE: *Look & Cook*. Editorial Dorling Kindersley. London 1992
ISBN 0-86318-863-X

ARTICLES

- AGENCIA CATALANA DE SEGURETAT ALIMENTARIA: "Volem menjar additius"
Monogràfic SAM 4 Juliol 2010 Barcelona ISSN 2014-1823
- AGENCIA CATALANA DE SEGURETAT ALIMENTARIA: "Cuina tradicional i tecnologia:
poden conviure?" Monogràfic SAM 7 . Febrer 2012 ISSN 2014-1823
- CASTELLS, Pere: "El món tou: la gelatina i els gelificants". Revista Educació química
núm. 4 de la Societat Catalana de Química. Barcelona 2009 ISSN 2013-1755
- CASTELLS, Pere: "La xantana el espesante del futuro". Investigación y ciencia.
Barcelona Desembre 2011
- CASTELLS, Pere: "La crema perfecta". Investigación y ciencia. Barcelona Març 2011
- LERSCH, Martin: "Texture, a hydrocolloidrecipecollection". Maig 2010
<http://blog.khymos.org/recipe-collection/>
- MANS, Claudi i CASTELL, Pere: "La nueva cocina científica". Investigación y ciencia.
Barcelona Octubre 2011
- SHARMA B.R., NARRES L., DHULDHOYA N.C.: "La goma xantana en la industria
alimentaria". Revista Mundo Alimentario. Març – abril 2011
- SOTO, Dímpel: "Entrevista a Pere Castells" Universitat Autònoma de Barcelona. Abril
2009

REGLAMENTACIÓ

- NORMA UNE 87025:1996 Anàlisi sensorial. Editada per AENOR
- ORDRE SPI/681/2011 de 28 de març, publicat al BOE núm 76 de 30/3/2011
- REAL DECRETO 142/2002 d'1 de febrer, publicat al BOE núm. 44 de 20/2/2002
- REAL DECRETO 257/2004 d'13 de febrer, publicat al BOE núm. 39 de 14/2/2004
- REAL DECRETO 2196/2004 de 25 de novembre, publicat al BOE núm. 291 de 3/12/2004

ESPAIS WEB

Per a indicar els espais web consultats, he seguit el següent esquema: COGNOM, NOM de l'autor i/o nom de la ORGANITZACIÓ responsable,<adreça electrònica o URL>,[Consulta: data]

- AENOR, <http://www.ca.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp#.UPWQBm_8Krs>
[Data de consulta: 26/06/2012]
- AGENCIA CATALANA DE SEGURETAT ALIMENTARIA,
<<http://www.gencat.cat/salut/acsa/>>, [Data de consulta: 16/03/]
- AGÈNCIA CATALANA DE SEGURETAT ALIMENTARIA. Cercador
d'additius<<http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir1303/doc33513.html>>[Data de
consulta: 25/06/2012]
- AGENCIA ESTATAL BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO ESPAÑOL<<http://www.boe.es/>>
[Data de consulta: 22/11/2012]
- ARTE Y CIÈNCIA DEL BUEN COMER
<[http://www.delbuencomer.com.ar/index_archivos/historia_de_gastronomia_molecular.h
tm](http://www.delbuencomer.com.ar/index_archivos/historia_de_gastronomia_molecular.htm)> [Data consulta:16/10/2012]
- CALVO, MIGUEL.
<<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/xantana.html>> [Data de
consulta:25/10/2012]
- CAMPUS D'ALIMENTACIÓ UNIVERSITAT DE BARCELONA
<http://www.ub.edu/campusalimentacio/ca/recerca_bullipedia.html> [Data de
consulta:21/11/2012]
- CASTELLS, PERE < <http://perecastells.com/Home.html> > [Data de consulta:
05/05/2012]
- COCINISTA <<http://www.cocinista.es> [Data de consulta: 25/10/2012]
- COELIAC UK. <[http://www.coeliac.org.uk/gluten-free-diet-lifestyle/cooking-and-
recipes/gluten-free-baking](http://www.coeliac.org.uk/gluten-free-diet-lifestyle/cooking-and-recipes/gluten-free-baking)>[Data de consulta: 12/05/2012]

- COHAN, WENDY <<http://www.celiac.com/articles/21710/1/Could-Xanthan-Gum-Sensitivity-be-Complicating-your-Celiac-Disease-Recovery/Page1.html>> [Data de consulta: 12/05/2012]
- DICCIONARI DE LA LLENGUA CATALANA 2A EDICIÓ <<http://dlc.iec.cat/>> [Data de consulta: al llarg de tot el treball]
- EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA (Universitat del País Basc), <<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/viscosidad2/viscosidad2.htm>> [Data de consulta: 25/6/2012]
- FUNDACIÓ ALÍCIA<<http://www.alicia.cat>>[Data de consulta: 24/03/2012 i posteriors]
- IES ARNAU CADELL, <<http://www.xtec.cat/centres/a8031873/>> [Data de consulta: 12/03/2012]
- IPCS INCHEM. <<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v21je13.htm>> [Data de consulta: 22/08/2012]
- MERCK MILLIPORE <http://www.merckmillipore.es/chemicals/ph-tests/c_wQKb.s1OCm0AAAEdpy01tkzb?CountryName=Spain> [Data de consulta: 9/07/2012]
- MUÑIZ, ANA. <<http://megustaestarbien.com/2012/01/25/goma-xantana-e-415-extranos-en-tu-dieta-e-intestino/>>[Data de consulta: 22/11/2012]
- NATIONAL CENTER FOR AGRICULTURAL UTILIZATION RESEARCH (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE), <http://www.ars.usda.gov/main/site_main.htm?modecode=36-20-00-00> [Data de consulta: 28/08/2012]
- SIN GLUTEN ES MÁS RICO. <<http://singlutenemasrico.blogspot.com.es>> [Data de consulta: 12/05/2012]
- SOLER I GRAELLS <<http://www.solegraells.com/tienda>> [Data de consulta: 9/07/2012]
- TEXTURES <<http://www.albertyferranadria.com/esp/texturas.html>> [Data de consulta: 12/05/2012]
- THE CULT <<http://www.thecult.es/Ciencia/ciencia-y-cocina-amor-eterno-en-harvard.html>> [Data consulta:3/01/2013]
- THE ROYAL INSTITUTION < <http://www.rigb.org/registrationControl?action=home>> [Data de consulta: 25/06/2012]
- U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION <<http://www.fda.gov>> [Data de consulta: 16/03/2012 i posteriors]
- U.S. NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8329363>> [Data de consulta: 28/08/2012]
- ZAMORA, ANTONIO. <<http://www.scientificpsychic.com/fitness/carbohidratos2.html>> [Data de consulta: 25/10/2012]

ANNEX 1: Diari de treball de recerca

La cronologia dels fets més rellevants que han anat construint el meu treball de recerca, els l'he volgut sintetitzar en la taula següent. A través d'ells, es pot veure l'evolució, les entrevistes que he mantingut amb persones expertes sobre el tema, les visites a organitzacions, els canvis de rumb que han anat prenent algunes de les experimentacions i el suport rebut per part de la tutora del treball.

Desembre 2011	Al llarg de les vacances de Nadal quan feia primer de batxillerat, vaig començar a plantejar-me la temàtica del meu treball de recerca. Tenia molt clar que volia fer un treball experimental i preferentment relacionat amb la cuina ja que és un tema que m'agrada molt i que mai havia treballat a l'escola.
10 abril 2012	Vaig lliurar la proposta inicial del treball al tutor de classe a fi de que s'acceptés el tema i m'assignessin un tutor de recerca. La meua proposta inicial era: "El tema que proposo pel meu treball està relacionat amb "la cuina molecular". M'agradaria estudiar els processos bio – químics que es produeixen en la cuina i en especial els que més es comenten actualment, com són l'esferificació, l'escumació, la gelificació,... També vull estudiar si es tracta d'una modernitat o si bé aquests processos es donen ja en els plats de cuina més tradicionals encara que es desconeixia en el seu moment la raó científica. Tot això ho voldria relacionar amb si algun d'aquests processos o els productes químics utilitzats poden ser perillosos per a la salut."
20 abril 2012	Lectura d'un primer article "La nueva cocina científica" de la revista "Investigación y ciencia", que em va resultar molt motivant per endinsar-me en el tema.
maig 2012	Assignació definitiva de la tutora de recerca Pilar Benedicto. Fixem un calendari de reunions i de treball fins a la data de lliurament d'aquest.
3 maig 2012	Entrevista amb el Dr. Claudi Mans, catedràtic emèrit de la Facultat de Químiques de la UPC.
7 maig 2012	Redacció del primer índex de treball centrat bàsicament en la cuina molecular, les reaccions físico-químiques a la cuina i el seu futur a les

	llars.
9 maig 2012	Inici de la lectura del llibre "Sferificaciones y macarrones".
10 maig 2012	Visita a les instal·lacions de la Fundació Alicia i entrevista posterior amb el Sr. Pere Castells responsable del departament de recerca. És aquí quan sorgeix el tema de la xantana i decideixo juntament amb la tutora centrar-lo en aquest nou additiu.
23 maig 2012	Reunió amb la tutora en la qual m'explica els temes formals relacionats amb el treball.
25 maig 2012	Reunió amb la tutora a on comentem les fitxes de lectura que he anat fent dels llibres i articles llegits.
1 juny 2012	Redacció dels apartats teòrics del treball: additius i conceptes generals de la xantana.
11 juny 2012	Recerca de receptes de cuina que continguin xantana per tal d'obtenir informació de les seves aplicacions reals.
14 juny 2012	Entrega a la tutora de l'índex més concretat, introducció i els grans apartats a tractar.
25 juny 2012	Intercanvi de correus electrònics amb el Sr. Pere Castells i amb el Dr. Claudi Mans per resoldre dubtes.
2 juliol 2012	Determinació de les experimentacions pràctiques a realitzar.
5 juliol 2012	Fer llistat del material de laboratori i cuina necessari per a les experimentacions.
5-15 juliol 2012	Realització de la primera part d'experimentació pràctica a on apareixen problemes amb la determinació de la viscositat.
16 juliol 2012	Reunió amb la tutora per valorar les dificultats sorgides. Optem per modificar el mètode de determinació.
16-22 juliol 2012	Continuació de l'experimentació pràctica.
23 juliol 2012	Inici de la lectura del llibre "La truita cremada" de Claudi Mans en especial els articles relacionats amb la cuina.
13-17 agost 2012	Redacció de les primeres experimentacions realitzades.
20 agost 2012	Revisió i correccions de la tutora sobre les pràctiques.
20-31 agost 2012	Realització d'experimentacions pràctiques afegint xantana a diferents ingredients culinaris.
31 agost 2012	Visita, que va ser concretada anteriorment, a les oficines d'AENOR a Barcelona per tal de consultar de la norma UNE 87025:1996 "Anàlisi sensorial". El tracte que vaig rebre va ser molt cordial i em van facilitar la feina de consulta.

4 setembre 2012	Intercanvi de diferents e-mails amb el Sr. Pere Castells per clarificar dubtes sorgits durant les experimentacions.
5 setembre 2012	Redacció de l'índex definitiu. Donada la gran quantitat de material que he elaborat durant les experimentacions, decidim reduir el marc teòric deixant-lo només com una introducció al tema de la cuina molecular i les textures.
21 setembre 2012	Repetició d'algunes de les experimentacions que donaven resultats poc concrets o incoherents entre ells.
29 octubre 2012	Finalitzo la redacció de totes les experimentacions realitzades que li faig arribar a la tutora.
4 novembre 2012	La tutora em retorna revistada tota l'experimentació pràctica.
6 desembre 2012	Inici de l'elaboració de plats modificats amb xantana per aconseguir un menú complet.
17 desembre 2012	Intercanvi de correus electrònics amb la Sra. Ingrid Farré de la Fundació Alicia per aprofundir en detalls de receptes.
27 desembre 2012	Redacció definitiva del treball i correcció dels aspectes formals i d'estil.
14 gener 2013	Lliurament definitiu del treball a la tutora.
17 gener 2013	Consulta a diferent professorat de l'institut d'aspectes formals sobre el treball.
19 gener 2013	Correcció de les darreres aportacions fetes per la tutora i altre professorat. Cada vegada que he anat fent una modificació important en la redacció global del treball, l'he arxivat amb el seu nom seguit del número de revisió. El darrer arxiu, ha estat la revisió número 17. Dono per acabada la redacció de la memòria escrita del treball i començo a preparar la presentació oral i defensa del treball.

ANNEX 2: Biografia i entrevista mantinguda amb el Dr. Claudi Mans

Biografia Dr. Claudi Mans

El Dr. Claudi Mans va néixer a Badalona al 1948. És catedràtic emèrit del Departament d'Enginyeria Química de la Universitat de Barcelona i ha estat degà de la Facultat de Química i president de la divisió de ciències. És autor de nombrosos articles científics i de divulgació, comunicacions en congressos i conferències per a públic de tots nivells. També és autor de llibres de text i de divulgació científica, molts d'ells utilitzant la cuina per explicar ciència. Cal destacar títols com *La truita cremada*, *Petita història de la química a Catalunya*, *Esferificaciones y macarrones*, entre d'altres. També ostenta el càrrec de delegat del departament d'enginyeria química al Campus de l'alimentació de Torribera de la Universitat de Barcelona.

Entrevista mantinguda amb el Dr. Claudi Mans (3 de maig de 2012)

Per mitjà d'un contacte del meu pare, vaig tenir la sort de poder-me reunir amb el Dr. Mans, acompanyada per la meua tutora. Ens va citar al seu despatx de la Facultat de Químiques de la Universitat de Barcelona i ens va dedicar una bona estona. Vaig explicar-li la idea inicial que tenia sobre el meu treball de recerca, relacionat amb l'anomenada "cuina molecular". Em va comentar que es tractava d'un tema molt ampli i que caldria acotar el tema. A partir d'aquí, varem començar a parlar sobre possibles temes de treball a mida que ens anava explicant la seva experiència sobre els mateixos. També vam parlar de la idea de desmitificar una mica aquesta nova cuina, i analitzar quines aportacions fa sobre la cuina més tradicional. Ell va proposar el tema de les reaccions de Maillard amb relació a diferents substàncies (fructosa, glucosa,...) i ens va explicar que aquestes reaccions són les que generen color, olor i gust als aliments cuinats. L'últim tema que vam tocar va ser el tema d'additius usats com a ingredients "allò que s'afegeix a un producte que s'ha de vendre però que no té valor nutritiu" va dir. Finalment em va recomanar el llibre "Lèxic científic gastronòmic" i em va deixar la porta oberta per a consultar-li qualsevol consulta que em sorgís durant el treball. La meua impressió de la visita va ser molta bona, però la veritat és que em vaig trobar una mica insegura, ja que era la primera vegada que anava als despatxos i aules d'una universitat.

Posteriorment a l'entrevista, he mantingut contactes per via de correu electrònic per aclarir alguna qüestió puntual que em presentava dubtes.

ANNEX 3: Biografia i entrevista mantinguda amb el Sr. Pere Castells

Biografia Sr. Pere Castells

El Sr. Pere Castells va néixer a Bellcaire d'Urgell al 1956 i és llicenciat en ciències químiques. La seva carrera professional s'inicia com a professor d'institut i autor de llibres de text. Al 2003 comença a col·laborar amb l'equip d'investigació de "elBullitaller" i al 2004 es converteix en el responsable del departament de recerca gastronòmica i científica de la Fundació Alicia. És autor de nombrosos articles científics i de divulgació de ciència i cuina, i col·laborador de llibres gastronòmics entre els que cal destacar "Lèxic científic – gastronòmic". Participa en la creació del "Rotaval" amb col·laboració amb el Cellar de Can Roca. És coordinador científic gastronòmic del curs "Science and cooking" a Harvard (2010 – 2015) i de la Unitat UB – Bullipèdia de la Universitat de Barcelona.

Entrevista mantinguda amb el Sr. Pere Castells i visita a les instal·lacions de la Fundació Alicia (10 de maig de 2012)

També per mitjà d'un contacte del meu pare, vaig aconseguir una entrevista amb el Sr. Pere Castells i poder visitar les instal·lacions que la Fundació Alicia té a Sant Fruitós de Bages, de la qual és el responsable de recerca gastronòmica i científica. La visita i l'entrevista també la vaig fer amb la meva tutora.

Abans de començar l'entrevista, ens va ensenyar les diferents instal·lacions, els laboratoris i la cuina. També varem visitar una exposició que hi havia sobre les relacions entre ciència i cuina. Seguidament vam començar a parlar al seu despatx, i de la mateixa forma que m'havia dit el Dr. Mans, ell creia que el tema de la cuina molecular calia acotar-lo. Ens va parlar de diferents opcions i va fer més insistència en la possibilitat de fer un estudi d'algun producte concret de nova aplicació en el món de la cuina, estudiant aspectes com què cal fer perquè arribi a les llars, analitzant les seves propietats, les seves aplicacions,... Va ser aquí a on va sorgir la idea d'estudiar la **xantana**, un nou producte que no està en el gran mercat, que amb poca quantitat dóna grans resultats i que actua bàsicament com a espessant de substàncies a baixes temperatures. El tema em va semblar molt interessant i al acabar l'entrevista, em va donar una mostra de xantana per iniciar les experimentacions i va explicar-nos com aplicar-lo de forma general. Em vaig quedar molt impressionada de les instal·lacions, i en especial dels laboratoris culinàries, a on porten a terme investigacions de molt alt nivell. El tracte que vaig rebre va ser esplèndid i em van oferir tota la col·laboració que estés a les seves mans. Un cop acabada la

visita, vaig tenir molt clar que volia fer aquest treball i qui sap si algun dia poder treballar o col·laborar amb ells.

Cal dir que també va haver-hi una altra part molt agradable de la visita, i és que abans de fer-la, vàrem dinar a un dels restaurants del complex Món Sant Benet.

ANNEX 4: Receptes de cuina dels plats elaborats al llarg del treball

“Ravioli de foie amb textures de carbassa”

Ingredients per a quatre persones(Imatge A.1):

- Pels raviols (4):
 - o Làmines de massa de pasta fresca (es pot comprar ja elaborada)
 - o Foie
- Per la crema de carbassa:
 - o 1 ceba
 - o 1 carbassa mitjana sencera
 - o 1 litre de brou de pollastre
 - o Aigua (en cas necessari)
 - o Sal (al gust)
 - o Oli
 - o Xantana (entorn a 5 grams)



Imatge A.1: Principals ingredient per elaborar la crema de carbassa (Font pròpia)

Elaboració:

- Es pela la ceba i la carbassa i es talla en petits daus
- En una olla, es posa un raig d'oli i s'afegeix la ceba i la carbassa en daus. A foc lent es deixa sofregir durant uns 15 minuts
- Tot seguit s'afegeix el brou i es deixa coure 30 minuts més
- Mentre està bullint, elaborem els raviolis posant el foie sobre una làmina rodona de pasta. La tapem amb una altra làmina i l'ajuntem pels laterals. Es bullen en aigua durant dos minuts.
- Ara agafarem la carbassa ja bullida i la triturarem amb el braç elèctric fins a obtenir una crema ben suau, rectificant-la de sal si cal.



Imatges A.2 i A.3: Crema de carbassa abans i després de triturar (Font pròpia)

- Reservarem una quarta part de la crema i a la resta li afegirem un 0'5% de xantana per aconseguir una textura més viscosa que faci que no es barregi amb el ravioli en el moment de menjar-lo.
- Amb la part de crema reservada, li afegirem un altra 0'5 % de xantanaper donar-li una consistència que li permeti mantenir la forma que li donem a l'hora de servir-lo

Presentació:

- Es posa el ravioli al centre del plat i pels voltants afegim la crema de carbassa, sense que arribi a cobrir el ravioli.
- Per sobre del ravioli posem una "llàgrima" de la crema de carbassa amb més viscositat



Imatge A.4: Ravioli farcit amb textures de carbassa (Font pròpia)

“Llom a la taronja”

Ingredients per a quatre persones:

- 2 cebes grans
- 2 pastanagues
- 5 taronges
- 400 g de llom tallat a filets
- Oli
- Sal
- Xantana (en torn a 1 – 2 grams)
- Una mica d’oli



Imatge A.5: Principals ingredient per elaborar el llom a la taronja (Font pròpia)

Elaboració:

- Tallar les cebes i les pastanagues a trossos petits i sofregir-les en una paella amb un raig d’oli
- Amb 4 de les taronges fer suc i l’altre bullir-la durant uns 20 minuts
- S’afegeix el llom a la paella a on s’està sofregint la ceba i la pastanaga
- Quan el llom està daurat s’afegeix el suc de taronja i es deixa coure durant uns 15 minuts fins que notem que la salsa comença a espessir
- Es treu el llom, i es tritura la resta.
- Amb la salsa obtinguda tenim diferents opcions:
 - o Rectificar la seva fluïdesa amb xantana en el cas de que hagi quedat massa líquida, i servir el plat de forma convencional amb una base de salsa
 - o Donar una textura més consistent a la salsa per fer un efecte decoratiu del plat sense que es barregi llom i salsa (veure imatge A.6)
- La taronja que hem bullint, es talla al gust per decorar el plat



Imatge A.6: Llom a la taronja (Font pròpia)

“Macedònia en suspensió”

Ingredients per a quatre persones:

- Taronges
- Kiwi (o altra fruita de temporada que es pugui trossejar)
- Xantana (0'4 g)

Elaboració:

- Es fa suc amb les taronges
- Afegim xantana (en torn a 0'2 g per cada 100 ml de suc de taronja) i ho barregem amb l'ajut d'una batedora manual
- Tallem el kiwi en petits daus
- Posem el suc en la copa a on el servirem
- Introduïm els daus de kiwi en el suc, distribuint-los per tota la superfície



Imatge A.7: *Macedònia en suspensió*
(Font pròpia)