

Estudi comparatiu de
la XOCOLATA BLANCA,
la XOCOLATA AMB LLET i
la XOCOLATA NEGRA

Propietats nutricionals, físiques i
organolèptiques



“La força de voluntat és la capacitat de trencar una rajola de xocolata amb
les mans en quatre trossos i menjar-se només un d’aquests trossos”
Judith Viorst

Índex

1. Introducció	pàg. 6
----------------------	--------

BLOC I. PART TEÒRICA

2. Xocolata i cacau	pàg. 9
3. Origen i història de la xocolata	pàg. 13
4. Procés d'elaboració de la xocolata (I)	pàg. 20
4.1 Beneficiat del cacau	pàg. 20
4.2 Processat del gra de cacau	pàg. 24
4.3 Fabricació de la xocolata líquida	pàg. 29
5. Cristal·lització de la grassa de la xocolata	pàg. 32
6. Procés d'elaboració de la xocolata (II).....	pàg. 36
7. Mites sobre la xocolata	pàg. 41
7.1 La xocolata i l'acne	pàg. 41
7.2 La xocolata i les càries	pàg. 42
7.3 La xocolata i l'addicció	pàg. 44
7.4 La xocolata engreixa	pàg. 47

BLOC II. PART EXPERIMENTAL

8. Elaboració de xocolata	pàg. 49
9. Propietats nutricionals de la xocolata blanca, la xocolata amb llet i la xocolata negra	pàg. 54
9.1 Energia	pàg. 55
9.2 Proteïnes	pàg. 56
9.3 Glúcids	pàg. 56
9.4 Grasses	pàg. 57
9.5 Fibra	pàg. 58
9.6 Minerals	pàg. 58
9.7 Vitamines	pàg. 60
9.8 Altres nutrients	pàg. 61

10. Propietats organolèptiques de la xocolata	
blanca, la xocolata amb llet i la xocolata negra	pàg. 62
10.1 Anàlisi visual	pàg. 62
10.2 Anàlisi tàctil	pàg. 65
10.3 Anàlisi auditiu	pàg. 65
10.4 Anàlisi olfactiu	pàg. 66
10.5 Anàlisi gustatiu	pàg. 67
11. Propietats físiques de la xocolata	
blanca, la xocolata amb llet i la xocolata negra	pàg. 68
11.1 Punt de fusió	pàg. 68
11.2 Conductivitat elèctrica	pàg. 70
11.3 Densitat, flotació i mullabilitat de la xocolata.....	pàg. 70
11.4 Duresa	pàg. 73
11.5 Solubilitat	pàg. 74
11.6 Viscositat	pàg. 76
12. Comparació de les propietats organolèptiques	
de la xocolata amb un tast a cegues	pàg. 78
12.1 Aroma	pàg. 79
12.2 Dolçor	pàg. 82
12.3 Cremositat.....	pàg. 85
12.4 Arenositat	pàg. 88
12.5 Preferència personal	pàg. 91
13. Conclusions	pàg. 95
13.1 Bloc I	pàg. 95
13.2 Bloc II	pàg. 96
13.2.1 Comparació de les propietats nutricionals.....	pàg. 96
13.2.2 Comparació de les propietats físiques	pàg. 97
13.2.3 Comparació de les propietats organolèptiques	
i conclusions del tast a cegues	pàg. 98
14. Bibliografia	pàg. 100
15. Annexos	Document a part

1. Introducció

I finalment, l'hora de fer el treball de recerca ha arribat. Tan lluny que semblava i mira... Sempre que pensava en el treball de recerca em venien mil dubtes al cap, i si escollir el tema de recerca de 4t d'ESO ja ens havia comportat problemes, només pensar en el de Batxillerat se'm feia una muntanya. Al estar cursant el Batxillerat científic tenia clar que havia d'anar encarat a resoldre alguna qüestió científica. Així doncs, vaig començar a fer el treball sobre la síndrome de Brugada, una malaltia genètica del cor, però vaig optar per canviar de tema quan vaig veure que eren molts els coneixements que em mancaven sobre el cor i sobre aquesta malaltia. Finalment, després d'estar dos mesos treballant en aquest tema vaig trobar l'alternativa ideal.

Jo i la meva profunda predilecció pels dolços, jo i l'expressió que se'm dibuixa a la cara quan passo pel costat d'una pastisseria o per les prestatgeries de dolços d'un supermercat i jo i la sensació de plaer quan es desfà una rajola de xocolata a la meva boca. Tot això em van ajudar a trobar el tema que tant havia estat buscant i... quin millor que la xocolata? Una cosa que veritablement m'apassiona, que m'agrada, de la qual sempre en vull més i més: la xocolata, un aliment amb milers d'anys d'història i probablement un dels més estimats des de sempre.

Així doncs, en aquest treball, entre d'altres coses, he narrat alguns dels moments més importants de la història de la xocolata; he descrit les característiques bàsiques del cacauer, l'arbre del qual s'obté el cacau; he explicat tot el procés que es fa des que s'obtenen els grans de cacau fins que ens arriba a les nostres mans una deliciosa rajola de xocolata i he analitzat alguns dels mites que sempre han envoltat aquest aliment.

Després d'haver-me endinsat dins de tot aquest mar d'informació, i després d'haver viscut de primera mà com fabricar una rajola de xocolata, em vaig centrar en l'objectiu experimental del meu treball: dur a terme una comparació a nivell nutricional, organolèptic i físic de la xocolata blanca, la xocolata amb llet i la xocolata negra i comprovar si hi ha diferències clares entre aquestes que la població pugui detectar a l'hora de degustar-les. Per dur a terme la comparativa nutricional, vaig estudiar tots els compostos de les

diferents xocolates, com ens afecten i què proporciona cadascun al nostre organisme. Per la comparació organolèptica, vaig comptar amb l'ajuda d'un expert en el tema xocolater que va descriure les seves sensacions respecte les xocolates estudiades. Pel que fa a la comparació de les propietats físiques, amb diferents experiments i proves vaig buscar la duresa, el punt de fusió, la densitat i altres característiques de les mostres. Finalment, per valorar com la població percep els diferents tipus de xocolata, vaig realitzar un tast a cegues a un total de 60 persones de diferents edats i vaig comparar els resultats obtinguts per grups d'edat i de sexe.

La meua hipòtesi és que hi haurà diferències nutricionals remarcables entre els tres tipus de xocolata, sobretot pel que fa la xocolata blanca respecte les altres dues. En referència a les propietats físiques no espero trobar grans diferències entre les unes i les altres. Finalment, on espero trobar més varietat és en la comparativa organolèptica, especialment tenint en compte la diferència d'edat entre els participants a la mostra.

BLOC I. PART TEÒRICA

2. Xocolata i cacau

La xocolata

Segons l'Enciclopèdia Catalana, la xocolata és “un producte alimentari que s'obté al barrejar íntimament quantitats variables de pasta de cacau o cacau refinat en pols i sucre finament polvoritzat, en el qual s'hi pot afegir o no mantega de cacau, i que adopta en conjunt un aspecte sòlid, homogeni i compacte”.

Però... tots sabem que la xocolata és molt més que això. La xocolata ha estat, és i serà sempre un dels aliments més estimats i desitjats per a totes les franges d'edat: des de la infantesa quan supliquem els pares que ens deixin menjar una mica més de xocolata o posem d'amagat una rajola de xocolata al carro de la compra, fins a la vellesa, quan menjar una porció de xocolata constitueix una de les petites coses que configuren la felicitat diària. És més, qui mentre llegia *Charly i la fàbrica de xocolata* de Roal Dahl o en veia l'adaptació cinematogràfica, no desitjava ser en Charly per poder descobrir tots els secrets que amagava la dolça i succulent fàbrica de xocolata? Qui no hagués desitjat banyar-se en aquell impressionant riu de xocolata? O qui no hagués pagat per menjar-se la deliciosa casa del popular conte de Hansel i Gretel?



Figura 1.1 Fotograma de la pel·lícula *Charly i la fàbrica de xocolata*

És molt poca la gent de la societat occidental a la qual no li agrada la xocolata o gent a la qual no se li dibuixa un somriure llaminer davant d'una rajola de xocolata o d'un bombó.

Hem, però, de deixar de banda aquest sentimentalisme que ens evoca el fet de pensar en la xocolata i començar a estudiar-la des d'una percepció científica i empírica.

La definició que he donat tot just començar aquest apartat, podria ser ampliada i complementada amb molta informació, com per exemple la història d'aquest aliment, el



Figura 1.2 Rajoles de xocolata

procés de fabricació que en permet la seva obtenció o les seves qualitats nutricionals, entre d'altres. Tots aquest temes, però, els tractarem de forma més extensa en cadascun dels apartats d'aquest treball.

El cacau

A més, a més, i tornant a la definició de *xocolata*, podem copsar un aspecte molt important que és que, sense cacau no hi ha xocolata. Així doncs, sabent que el cacau és l'ingredient base de la xocolata, establim també la seva definició. Segons la *Gran Enciclopèdia en català*, el cacau “és un arbre de la família de les esterculiàcies, originari de l'Amèrica tropical, de grans fulles enteres i flors blanques o rosades i petites, i fruits grossos amb nombroses llavors embolcallades en una polpa mucilaginosa”.

La segona entrada de cacau de l'enciclopèdia defineix *cacau* com “el gra de l'arbre cacauer, baia vermellosa d'uns 20 cm de llarg i 10 cm d'ample, que pot fer fins a mig quilo”.

Amb això veiem que quan utilitzem el terme *cacau* tant ens podem referir a l'arbre (tot i que també se'l pot anomenar cacauer) o als grans de cacau, és a dir, els que obtenim com a llavors de l'arbre i que són la part que manipulem.



Figura 1.3 Imatge d'un cacauer

El nom científic del cacauer és *Theobroma cacao*. Aquest nom va posar-lo el 1753 el científic suec Carl von Liné. El cacauer presenta de 5 a 7 metres d'alçada en les plantacions i de 8 a 10 en estat silvestre. Les fulles de l'arbre del cacau són grans, de color verd, senzilles, fràgils, enteres i brillants. Les seves flors, blanques o rosades, són nombroses i neixen al tall de l'arbre i a les branques més velles als tres o quatre anys de vida de l'arbre.

Finalment, el fruit d'aquest arbre, que és el que realment ens interessa, és una baia o panotxa que presenta una forma ovoïdal que recorda a la d'un meló, de mida gran, de 25 a 30 cm de llarg i de 10 a 15 de gruix, amb una coberta gruixuda i dura, amb deu solcs longitudinals i amb un pes d'entre 250 i 500 g. Aquesta panotxa, el color de la qual pot ser des del

daurat fins a un to més vermellós, conté al seu interior una polpa rosada, viscosa, dolça i comestible que té un número variable de faves o llavors que sol oscil·lar entre les 20 i les 50, sent sempre un número parell. Cada fava, que és el que considerem els grans de cacau o les llavors, fa uns 2 cm, té un gust amarg, un color marronós i es troba recoberta per la polpa que hi ha a l'interior de la panotxa.



Figura 1.4 Interior del fruit del cacau

Per cultivar el cacau es necessiten unes condicions ambientals i meteorològiques determinades com ara un clima càlid, terrenys profunds i frescos i que no hi hagi ni un excés d'humitat ni de sequera. L'altura ideal per ser cultivat és a terrenys compresos entre els 600 o 650 m respecte el nivell del mar i pel que fa a la situació, les terres aptes són aquelles que s'estenen entre el 15° de latitud Nord i els 15° de latitud Sud. La precipitació anual de pluja més adequada pels països productors de cacau és d'entre els 1150 i 2500 mm i la temperatura més adequada és aquella que varia dels 30 als 32 graus com a temperatura màxima i dels 18 als 21 graus com a mínima. Les inundacions són el pitjor enemic de les plantacions de cacau, ja que redueixen el rendiment dels grans. Finalment, en línies generals, podem dir que el cacauer dona la seva primera collita als cinc o sis anys de ser plantat i que, quan en fa dotze, és l'època de més producció. També, generalment, hi ha dues collites a l'any de desigual qualitat, una de més bona i una altra d'inferior qualitat.

Existeixen tres varietats principals de cacaus:

- **Foraster:** la més comuna de les tres varietats. Té l'origen en l'alta Amazònia i el seu fruit és arrodonit i llis amb grans aixafats, amb la closca gruixuda, resistent a les malalties i poc aromàtic. Com a conseqüència de la seva resistència a les malalties i l'alta productivitat, representa prop del 90% de la collita mundial i les zones on més es cultiva és a l'Amèrica Central, a Veneçuela i a Colòmbia.

- **Crioll:** predominant a la zona d'Amèrica del Sud i Central. Presenta un fruit allargat, punxegut, amb una cobertura de color caoba quasi vermellosa i de grans grossos. Com que és un arbre molt fràgil, de poc rendiment i molt susceptible a les malalties, es considera en perill d'extinció i representa menys d'un 1% de la collita mundial. A part de conrear-se a Amèrica també ho fa a l'Àfrica, més concretament a Nigèria, Costa d'Ivori, Ghana i Camerun.

- **Trinitari:** híbrid per naturalesa de la varietat de Crioll i Foraster que va aparèixer a mitjans del 1700. És originari de l'illa de Trinitat situada al mar Carib. Degut a que és un híbrid, és més difícil de definir ja que conté característiques de Crioll i de Foraster però se'l reconeix fàcilment pel seu color vermellós de l'exterior, per la seva aroma viva i per tenir un delicat sabor amarg i altament àcid. Es conrea principalment a l'Àfrica, en especial a Sri Lanka, Madagascar i també a Indonèsia.



Figura 1.5 Varietat Foraster



Figura 1.6 Varietat Crioll



Figura 1.7 Varietat Trinitari

Segons fonts de l'ICCO (International Cocoa Organization) Costa d'Ivori va ser el 2008, el país que més cacau va produir: 1.421.000 tones/any, quantitat que equival a un 42% de la producció mundial. Els països que el segueixen són Ghana, Indonèsia, Nigèria, Brasil... entre molts d'altres¹.

Per contra, el país que més cacau importa és els Estats Units, l'any 2008 amb 418.000 tones/any, seguit pels Països Baixos amb 465.000 tones l'any, Alemanya amb 357.000 tones/any i la resta d'Europa amb països com Gran Bretanya, França o Bèlgica, amb un total de 719.000 tones/any.

3. Origen i història de la xocolata

La xocolata és un aliment amb milers d'anys d'història que ha arribat als nostres dies gràcies a un conjunt de factors històrics, geogràfics, econòmics, científics, socials, religiosos i culturals. Avui en dia relacionem la xocolata amb rajoles, amb bombons, amb cobertures de galetes i pastes, etc. Però aquest aliment tan estimat per a tots va començar sent consumit únicament en forma de beguda. Per conèixer com es consumia abans, com ha arribat fins els nostres dies, com va ser la seva transformació en sòlid i altres curiositats, ens hem d'embarcar en un viatge al passat que ens permetrà reviure els esdeveniments i períodes claus de la història d'aquest aliment.

Civilitzacions prehispaniques

Fins fa pocs anys es creia que els primers humans que havien cultivat els arbres de cacau i que n'havien utilitzat el fruit per fer begudes havien estat els maies.

Recentment, però, gràcies a uns estudis duts a terme pels investigadors de l'Institut Nacional d'Antropologia i Història de Mèxic, s'ha demostrat que hi ha evidències del consum de cacau com a beguda aproximadament des de l'any 1750 aC, uns 800 anys abans del que es creia i, per tant, ara ja fa més de 3000 anys. Aquest consum hauria estat per part dels olmeques, una civilització prehispanica que habitava al golf de Mèxic i de la qual es va trobar un atuell de ceràmica al jaciment arqueològic Cerro Manatí¹, ubicat al municipi d'Hidalgotitlán, a Veracruz. Aquest atuell es va trobar associat a una gran quantitat d'objectes sumptuàris com ara pilotes d'hule, llavors de diverses plantes o ossos de tortugues.

Aquest context va portar a pensar que l'atuell havia estat creat especialment per contenir tipus de begudes, com ara la "chica" (cervesa de blat) o la xocolata, que es feien servir en els ritus i que eren únicament consumides per jerarquies o per gent d'alt prestigi social. És per això que van analitzar si contenia restes de cacau. Les proves realitzades van donar positiu en detectar-se theobromine, un component marcador de la presència de cacau als atuell, i també en la presència de ions dels components químics del cacau. Després d'haver analitzat el resultat de les proves es va concloure que

el consum de beguda amb una base de cacau va començar amb l'assentament dels primers pobles sedentaris prehistòrics com van ser els olmeques. En concret, aquesta beguda estava feta per grans de cacau molt barrejats amb aigua i guarnits amb espècies, bitxos i herbes.

Tot i que com hem vist van ser els olmeques els primers en cultivar el cacauer i consumir-ne el seu fruit, les grans civilitzacions prehistòriques que sempre han estat relacionades amb el cacau han sigut la civilització maia i l'asteca, que consideraven que el cacau tenia un origen diví. La llegenda explica que el cacau va néixer a partir de la sang d'una princesa que va ser assassinada quan es va negar a confessar on estaven amagats els tresors del seu marit, el qual havia anat a lluitar en una guerra. Pel desig del déu principal de la cultura prehistòrica Quetzalcoatl, de la terra que havia estat regada per la sang de la princesa en va néixer l'arbre del cacau. Aquest arbre tenia un fruit amarg com el dolor que havia patit la princesa, fort com la virtut que havia demostrat tenir i lleugerament vermell com la sang que havia vessat.

Aquestes dues civilitzacions prehistòriques utilitzaven els grans de cacau per elaborar una beguda que ells anomenaven *xocoatl*. Aquesta beguda estava reservada per les classes altes, l'elit i els guerrers i s'utilitzava també en diversos rituals, com ara per l'arribada dels joves a la majoria d'edat, per curar malalts o en els funerals. Es consumia de forma semi líquida o líquida i la seva elaboració es feia de la següent manera: les faves de cacau es torraven en un recipient de fang i triturades entre dues pedres. Després es pastaven tot formant una massa que es barrejava amb aigua calenta per obtenir aquesta beguda. Se li solia afegir espècies com ara la vainilla, el pebre i el xile. Tot això es batia junt i es podia espessir amb farina. Aquesta beguda es prenia freda i prèviament abocada des d'una gran altura per tal d'aconseguir una bromera abundant.

Els asteques no només es van limitar a utilitzar el cacau com a aliment, sinó que també es va convertir en la seva moneda. Els grans de cacau eren utilitzats



Figura 3.1 Escultura azteca d'un home sostenint una baia de cacau

per comprar aliments, animals, esclaus i, fins i tot, servien per pagar els tributs que devien al seu emperador Moctezuma.

La xocolata arriba a Europa

A Europa la xocolata va ser un aliment desconegut fins pràcticament el segle XVI. Espanya va ser el primer territori europeu que va entrar en contacte amb aquest aliment del Nou Món i ho va fer gràcies al descobriment d'Amèrica per part de Cristòfor Colom. El 1492 Colom va arribar per error a Amèrica mentre buscava una ruta més curta per arribar a l'Índia. En aquell període, pertanyent a l'època asteca, regnava l'emperador Moctezuma.

Colom va fer diversos viatges a la nova terra descoberta però no va ser fins al quart, i últim, quan va veure per primer cop grans de cacau. Això va ser l'any 1502 quan Colom va descobrir una illa la qual ell va anomenar illa de Pinos. Al arribar-hi, va ser abordat per una barca plena d'indígenes el cap dels quals va oferir a Colom molts presents, entre els quals hi havia grans de cacau. Però al no haver-hi cap intèrpret, Colom no podia saber que aquells grans s'utilitzaven per preparar la beguda més apreciada dels asteques, ni tampoc es va adonar que aquests grans eren utilitzats com a moneda.

El contacte dels espanyols amb el cacau va ser a partir de la conquesta del Yucatán (1517) i de Mèxic (1519). Tot i que no se sap del cert com i quan el cacau va arribar a Espanya, alguns llibres mencionen a Hernan Cortés com a l'home que va portar-ne els primers grans i el gust pel *xocoatl* a Europa. Es diu que aquest conquistador espanyol va arribar a Mèxic l'any 1519 juntament amb els seus homes amb l'objectiu de buscar El Dorado, on esperaven trobar immensos tresors. Però tot i que mai van trobar aquests tresors, amb el que sí que es van trobar va ser amb una gran rebuda per part dels asteques. Aquesta rebuda es va deure a un motiu concret, i és que els asteques, aquell mateix any, el 1519, esperaven l'arribada del déu Quetzalcoalt, el qual com explica la llegenda que hem explicat a l'inici va ser



Figura 3.2 Quadre d'autor anònim que mostra l'encontre entre Moctezuma i Hernán Cortés

qui introduí el cacau. Segons els asteques, aquest déu retornava de manera cíclica cada 52 anys a la terra. Els asteques i el seu rei Moctezuma, en veure Hernan Cortés i els seus homes amb les seves armadures, barques i canons, van quedar molt impressionats i van creure que Cortés era el déu que tant estaven esperant. És per això que el van tractar com una divinitat, li van fer ofrenes i tributs i li van oferir una beguda feta amb cacau, pebre i altres ingredients. Al conquistador espanyol no li va agradar aquesta beguda però un frare que l'acompanyava, conscient del valor que el cacau tenia entre els indígenes, va tenir la iniciativa d'introduir-lo a Espanya.

Però com ja he dit anteriorment no hi ha fonts històriques que demostrin que això realment passés. La primera evidència certament documentada del contacte amb el cacau és del 1544 quan una delegació de nobles maies Kekchi d'Alta Verapaz van arribar a Espanya per a visitar el príncep Felip i van portar grans de cacau, introduint així aquesta beguda a la cort espanyola.

Tot i la incertesa que hi ha sobre la arribada del cacau a Espanya, el que està clar és que aquest tenia un gust amarg i astringent que no acabava d'agradar. Però això es va contrarestar amb l'adició de sucre i canyella a la beguda, cosa que va suposar un èxit total ja que en va millorar i endolcir molt el gust.

Durant casi 100 anys, la xocolata va ser pràcticament desconeguda per la resta d'Europa, fet que no va canviar fins el segle XVII, el qual podríem considerar el segle d'expansió de la xocolata per tot Europa. El primer país al qual va arribar aquesta beguda va ser a Itàlia el 1606. La xocolata era una beguda cara i reservada a l'aristocràcia; és per això que la seva expansió va estar relacionada, en part, a les unions entre les famílies més poderoses.

Després de la seva difusió per Europa, en països catòlics com ara Espanya, França i Itàlia, als voltants del segle XVI i XVII van començar a sorgir conflictes en referència a si el fet de prendre xocolata trencava el dejú que havien de fer els monjos i monges.



Figura 3.3 Retaule on es veuen monjos preparant la seva beguda de xocolata

Finalment es va decidir que al ser líquid no trencava el dejú i per tant els monjos van poder seguir consumint xocolata.

Mentre que a França i Espanya la xocolata seguia en certa manera reservada a la cort, a Anglaterra i als Països Baixos es venia i era accessible al públic. Els primers establiments en els quals es bevia xocolata es van fundar a Londres el 1657.

Al segle XVIII el consum de xocolata va augmentar a tot Europa i es va començar a fer molt popular en totes les classes socials. La xocolata es preparava amb un molinet i amb un batedor de fusta amb el qual es remenava la beguda per tal de fer-la més homogènia, suau i escumosa. El 1711, quan Carles VI es va convertir en l'emperador d'Àustria, va traslladar la cort de Madrid a Viena i a partir de llavors, la capital austríaca va començar la seva afició i el seu gust per la xocolata. A més, en aquest segle, l'any 1727 es va començar a afegir llet a la beguda, invenció que s'atribueix a Nicholas Sanders.

La xocolata beguda contenia un alt nivell de matèria grassa degut a que més de la meitat del gra de cacau acabava esdevenint mantega de cacau, és a dir, grassa. Això dificultava la dispersió en aigua de les partícules de cacau i també conferia a la beguda un aspecte poc agradable. Aquest problema va ser solucionat el 1828, quan Van Houten va fabricar una premsa pels grans de cacau, cosa que permetia extreure la meitat de la mantega de cacau i obtenir una massa de cacau a la qual se li havia extret gran part de grassa. Si aquesta massa de cacau era mòlta, s'obtenia el cacau en pols, idoni per a la fabricació de xocolata líquida ja que es dispersava millor en llet o aigua. Amb la mantega sobrant es va descobrir que juntament amb cacau molt i sucre es podia obtenir xocolata sòlida i l'any 1847 va aparèixer a Bristol la primera fàbrica que elaborava xocolata negra per menjar. Això va fer que el consum de cacau augmentés de manera considerable i s'estenguessin les plantacions per diverses parts d'Amèrica i arribessin a l'Àfrica.

El 1876 a Suïssa, Daniel Peter va fabricar la primera xocolata amb llet. Obtenir aquest producte final va ser un procés laboriós ja que la xocolata per tal de tenir una vida útil llarga i garantir bona textura, ha de tenir molt poca humitat, inferior al 2%. En aquell temps Henry Nestlé va desenvolupar la llet

condensada, que tenia menys vapor d'aigua a evaporar i a la qual Peter va poder-li eliminar la humitat restant amb màquines accionades per aigua.

El 1879, Rodolphe Lindt, a la seva fàbrica de xocolata de Berna (Suïssa) va inventar la conxadora, una màquina que produïa una xocolata més suau i amb un millor sabor. Amb la invenció de la conxadora es va aconseguir reduir la mida de les partícules sòlides, evaporar la humitat i part dels compostos químics àcids i obtenir així una xocolata més suau i menys amarga.



Figura 3.4 Reproducció de la conxadora inventada per Rodolphe Lindt

A principis del segle XX, van seguir els grans avenços pel que fa a la xocolata. L'avenç en la tecnologia d'aquest aliment va portar que el 1921 Christian Nelson inventés el gelat de xocolata i que el 1930 es fabriqués la primera xocolata blanca a partir de sucre, llet en pols i mantega de cacau. Aquest tipus de xocolata amb menys propietats conservants que la xocolata negra o la xocolata amb llet, és més inestable i caduca amb més facilitat. A més, pel fet que la pasta de cacau no compti entre els seus ingredients, hi ha qui no la considera pròpiament xocolata.

La xocolata també va tenir el seu paper en la Segona Guerra Mundial: el govern d'Estats Units va decidir incorporar barres de xocolata com a aliment pels soldats. La xocolata que aquests consumien rebia el nom de Ration D Bar i havia de pesar 4 unces (uns 100 grams aproximadament), tenir un gran valor energètic, ser capaç de suportar altes temperatures i tenir un bon gust.

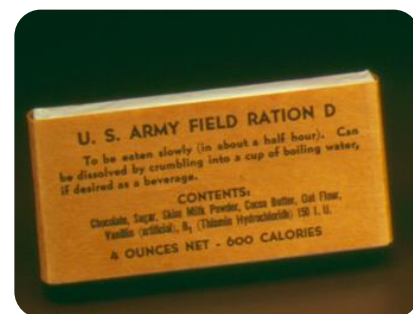


Figura 3.5 La ració de xocolata que prenen les tropes americanes durant la Segona Guerra Mundial

Al llarg del segle XX, es van inventar molts altres productes que tenien com a base la xocolata, com ara les cremes de xocolata. La comercialització d'aquestes cremes, que eren untades en llesques de pa, es va iniciar el 1963 i algunes de les marques més populars encara perduren avui en dia com ara la Nutella o la Nocilla. També es va començar a utilitzar la xocolata de cobertura per recobrir galetes. Això va comportar l'aparició de famoses marques també presents avui en dia com ara Kit Kat, inventat l'any 1935.

Actualment, la tecnologia segueix desenvolupant-se i cada cop les empreses introdueixen al mercat una gamma de productes més gran per tal de satisfer tots els gustos. Això ha convertit la xocolata en un gran negoci que mou una quantitat de xifres cada cop major. Segons l'Organització Internacional del Cacao (*International Cocoa Organization*), el 2011, l'empresa líder mundial que produeix algun tipus de xocolata va ser la Kraft Foods Inc, d'Estats Units, que va obtenir 19.965 milions de dòlars com a benefici. Altres empreses capdavanteres en aquesta llista van ser la també nord-americana Mars i la suïssa Nestlé.

Un altre aspecte que té una importància clau en el negoci de la xocolata és la manera d'anunciar el producte, que és en un dels factors en que la empresa inverteix més diners. El marketing de la xocolata ha tingut tant d'èxit en aquests últims anys que la majoria de persones poden associar un eslògan publicitari a una marca o una altra, com ara el famós eslògan *"Tómate un respiro, tómate un KitKat"*.



Figura 3.6 Popular eslògan del producte KitKat, de l'empresa Nestlé

Finalment, i com a dada curiosa, cal mencionar que de tota la xocolata que es produeix al món, aproximadament un 60% es consumeix entre els Estats Units i la Unió Europea i, que els qui consumeixen més xocolata són els suïssos, amb un consum mitjà de 10 kg per persona i any, mentre que els nord-americans en consumeixen la meitat, 5 kg per persona i per any.

4. Procés d'elaboració de la xocolata (I)

Abans que ens arribin a les nostres mans les rajoles de xocolata, els bombons o altres productes fets amb xocolata, hi ha una sèrie de processos que transformen els grans de cacau en els productes finals que ens arriben als consumidors. Totes aquestes operacions que explicaré a continuació formen part del procés d'elaboració de la xocolata.

Podem dividir aquest procés en quatre parts: la primera que es coneix com a “beneficiat del cacau”, que comença amb la recol·lecció del cacau i que acaba amb els grans de cacau apunt per a l'exportació als països productors; la segona part, durant la qual a les fàbriques es processa el gra de cacau per obtenir finalment mantega de cacau, pasta de cacau (o nibs de cacau) i cacau en pols; la tercera part, en la qual s'obté com a resultat la xocolata líquida, i finalment, la quarta part, que té com a resultat els productes finals elaborats amb xocolata que podem trobar en pastisseries o supermercats.

En aquest apartat del treball però, només hi ha explicades les tres primeres parts, ja que per tal d'entendre millor la última part, la fabricació dels productes de xocolata, serà molt important el procés de cristal·lització de la xocolata que explicaré a l'apartat *5. La cristal·lització de la grassa del cacau*.

BENEFICIAT DEL CACAU

Tot el procés d'elaboració de la xocolata comença amb la recol·lecció, és a dir, la recollida dels fruits madurs de l'arbre, que es tallen i s'obren a cops de matxet amb cura. Un cop oberta la panotxa, es troben les faves de cacau que se separen a mà de la resta de la polpa i que es recullen en sacs de jute per ser transportades al lloc on s'han de processar.

Les faves consten d'una clofolla o pela que envolta el que pròpiament anomenaríem el gra o l'ametlla de cacau i un petit germen, l'embrió de la planta. La grassa (mantega de cacau) suposa més de la meitat del pes sec de la fava la qual en aquesta etapa té una humitat de prop del 65%.

Fermentació

El següent pas és la fermentació dels grans de cacau, que té com a objectiu evitar la germinació de les llavors durant el transport i l'emmagatzematge i eliminar la polpa restant que envolta els grans de cacau. A l'hora, durant la fermentació es formen certs compostos químics que al ser escalfats li donaran el gust al cacau ja que per ells mateixos tindrien un gust completament diferent o simplement no en tindrien. A aquests compostos se'ls coneix com a precursors del gust i faran, per tant, que les qualitats organolèptiques del cacau millorin, ja que es desenvoluparan entre d'altres els olis essencials que n'eliminaran el gust amarg original. A més, les faves s'endureixen, adquireixen un color marró i comença a formar-se l'aroma característica.

Tot i que els processos que transcorren durant la fermentació no es coneixen amb claredat i s'estan investigant, tots aquests canvis que tenen lloc són possibles gràcies a un procés químic que comença quan les bactèries i els llevats que hi ha a l'aire es multipliquen a la polpa que envolta els grans. Això provoca que aquesta polpa, molt rica en sucres, sigui metabolitzada i que es descompongui formant diversos àcids i etanol. Aquest etanol activa altres bactèries, com ara les bactèries acètiques que desenvolupen l'àcid acètic i unes altres bactèries que desenvolupen àcid làctic. L'etanol i els àcids són capaços de passar a l'interior del gra a través de la clofolla i és aquest canvi en l'acidesa el que accelera la mort de la llavor. Després de la mort de la llavor, que es produeix al cap d'uns tres dies, s'alliberen enzims, que provoquen una ràpida descomposició de les reserves nutritives de les llavors per tal de donar sucres i àcids, els precursors del sabor.

El color marronós del cacau també resulta de la fermentació; en concret de les proteïnes i els pèptids que reaccionen amb els polifenols. A més, també es formen altres precursors del sabor amb les reaccions que es produeixen entre la sacarosa i les proteïnes. També és molt important la formació dels aminoàcids, que resulten de la degradació de les proteïnes que els formaven. Dos dels aminoàcids més importants en el gust final del cacau seran la valina i la glicina.

La fermentació es pot realitzar de maneres diferents però n'hi ha dues de principals. La primera és embolicar les faves de cacau en fulles de bananer, apilonant-les i elevant-ho tot a una temperatura de 50°C. Aquest procediment es fa en plantacions més petites i sobretot a l'Àfrica. L'altre manera de realitzar la fermentació és posar les faves en grans caixes de fusta dissenyades amb l'objectiu que estiguin ventilades per tal que la polpa pugui fluir i que es puguin moure cada dia per tal d'afavorir la fermentació. Aquest procediment es segueix a les plantacions més grans, sobretot a l'Àsia.

El procés de fermentació, juntament amb el procés posterior de torrefacció, són els que més influeixen en la qualitat de la xocolata, ja que durant aquests, els experts determinen gran part de les futures aromes i gustos de la xocolata. Cal remarcar també, que els mètodes de fermentació varien segons el país on es produeixi aquest procés, segons el tipus de cacau que es tracta i segons la mida de la plantació. Així doncs, la fermentació pot durar entre 4 i 10 dies i seran els experts qui marquin aquest període tenint en compte el color, la inflor dels grans i sobretot, la demanda del mercat.

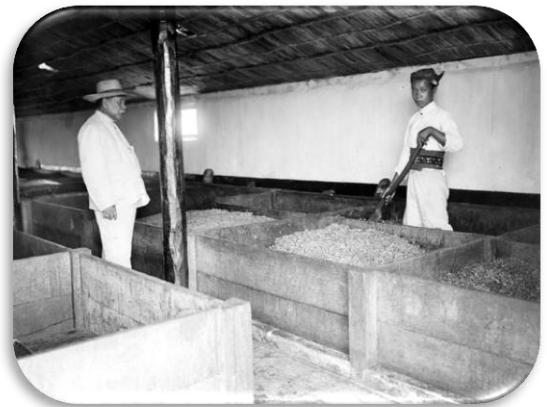


Figura 4.1 Fotografia que mostra la fermentació dels grans de cacau en caixes de fusta

Assecament

Després de la fermentació de les faves de cacau, aquestes s'han d'assecar per tal de disminuir el contingut d'humitat que presenten. Del voltant del 55% s'ha de reduir fins al 6% o 7%, ja que un nivell d'humitat major faria possible el desenvolupament de fongs en les faves, i un nivell d'humitat menor, faria que es tornessin molt trencadisses.

Durant l'assecament segueixen tenint lloc processos químics que permeten que es completi la disminució de l'amargor del cacau i el desenvolupament de la seva aroma, és a dir, d'alguna manera el procés de fermentació segueix fins que per la falta d'humitat o per la inactivació dels enzims aquests processos químics finalitzen.

Les faves de cacau es poden assecar al sol o artificialment. S'assequen al sol en quantitats petites, dispersades en estoretes o catifes, en llocs on les condicions climàtiques ho permetin. El desavantatge d'aquest tipus d'assecat és la facilitat amb que es poden contaminar els grans degut a la presència d'animals.

Per contra, les faves assecades per medis artificials són pròpies de produccions més grans o de llocs en les condicions climàtiques no siguin favorables. En aquest tipus d'assecat, l'ideal és que la temperatura inicial sigui de 40°C, que 24 hores després s'arribi als 50°C i que al cap de 36 hores s'arribin als 60-65°C, mantenint-se en aquesta temperatura 10 hores i remouvint les faves tota l'estona.



Figura 4.2 Fotografia que mostra el mètode d'assecamment artificial

Emmagatzematge i transport

Un cop les faves ja estan ben seques, cosa que se sap si al remoure-les s'escolta el so característic del paper quan es rebrega, el següent pas és seleccionar-les, classificar-les segons la seva mida i envasar-les. En resum, preparar-les per a l'exportació. Les faves de cacau s'han d'emmagatzemar en llocs la humitat dels quals no superi el 8% per evitar així la proliferació de fongs i floridures, i amb una temperatura d'uns 30°C. Normalment s'apilen en sacs de jute, una planta herbàcia els sacs de la qual permeten airejar el contingut i que és, a més, biodegradable. En aquesta etapa també s'ha de vigilar molt amb les condicions del lloc on estan emmagatzemades les faves de cacau ja que tenen una gran capacitat per captar olors i aromes i, per tant, hi ha d'haver nombrosos controls de qualitat.

Normalment, les zones productores de cacau estan molt lluny de les zones productores de xocolata, que és on han d'arribar les faves de cacau i és

per això que hi ha un transport molt important que sol ser naval. Els sacs de cacau han de viatjar en contenidors ventilats amb els quals es pot controlar sempre la humitat i la temperatura.

PROCESSAT DEL GRA DE CACAU

Un cop el gra de cacau arriba a les fàbriques productores de xocolata, comença la segona part del procés d'elaboració de la xocolata.

Neteja de les faves

En arribar a les fàbriques hi ha d'haver una neteja de les faves de cacau, ja que moltes d'aquestes, al ser assecades a terra es poden barrejar amb sorra, metalls, pedres o trossos de plantes. Tot això s'ha d'eliminar perquè, en primer lloc aquestes impureses són molt dures i podrien danyar la maquinària que s'utilitza per processar el cacau i, en segon lloc perquè els contaminants orgànics, durant el procés de torrat dels grans patrien una combustió i podrien alterar el sabor final de la xocolata.

Hi ha varis mètodes que es combinen per eliminar els diferents tipus de contaminants: els metalls són retirats amb imants i la pols per succió. Pel que fa a les pedres, que tenen una mida similar a les faves de cacau, s'utilitza la diferència de densitat que presenten per tal de separar-les.

Torrefacció

Amb el cacau net i amb la certesa que no hi ha residus pel mig, el següent pas és la torrefacció de les faves de cacau.

L'objectiu d'aquest procés és, sobretot, modificar els precursors del sabor dels que anteriorment ja hem parlat per convertir-los en els productes químics que realment li donaran el gust a la xocolata. A part, gràcies a les altes temperatures que s'aconsegueixen en la torrefacció i a la humitat residual, qualsevol microorganisme contaminant serà destruït. Durant la torrefacció també s'aconsegueix separar la clofolla de la resta de la llavor.

Tradicionalment aquest procés es feia en torradors esfèrics i amb grups relativament petits de faves, de pocs centenar de quilograms, de manera que

els operaris podien anar retirant les faves, controlar les olors que tenien i així saber si els hi faltava més o menys temps de torrefacció.

Avui en dia, degut a la necessitat de processar varies tones de faves per hora ja no es pot utilitzar aquest mètode. És per això que s'han desenvolupat dos nous mètodes: un en el que torra el centre de la fava i un altre que torra la pasta de cacau. Així doncs, després de la fermentació, l'assecat i la neteja de les faves de cacau, a l'hora de torrar les faves podem optar per tres camins:

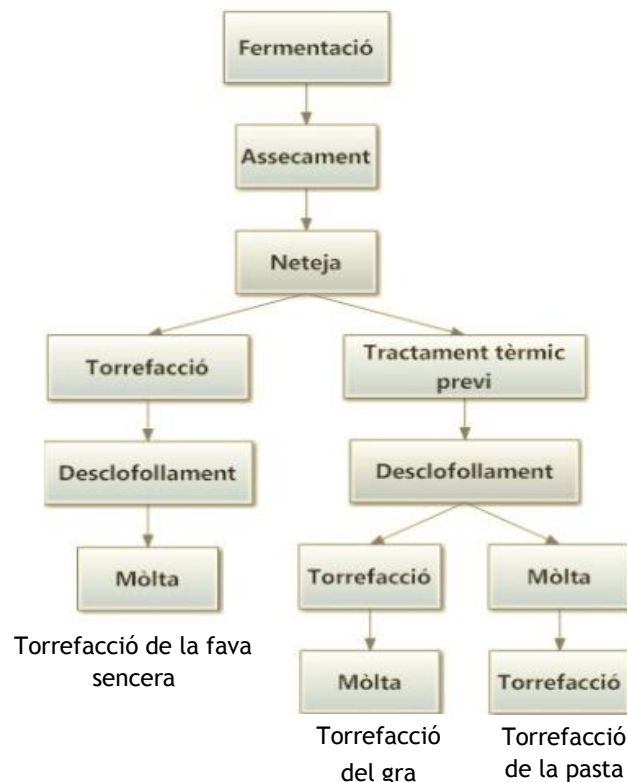


Figura 4.3 Diagrama de fluxos que mostra els tres processos que podem seguir a l'hora de torrar les faves

El mètode que podem observar a l'esquerra és el tradicional que encara és utilitzat per molts fabricants. L'avantatge principal és que el torrat facilita la separació de la clofolla de la resta de la fava. Els desavantatges són l'existència de varis tipus de mides dels grans i que a l'augmentar la temperatura, la mantega de cacau migra cap a la clofolla i en el procés d'eliminar la clofolla es perd aproximadament un 0,5% d'aquesta. Després de torrar tota la fava, es treu la clofolla i queda el gra de cacau pròpiament dit.

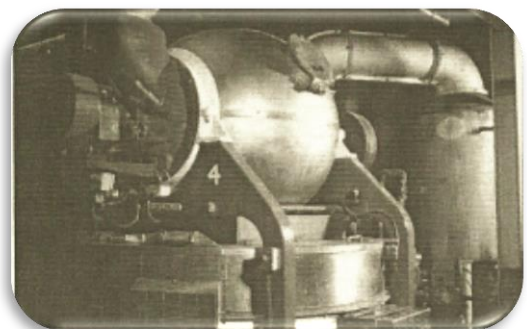


Figura 4.4 Imatge d'un torrador esfèric per faves de cacau

Els altres dos mètodes són el torrat del gra i torrat de la pasta. Els dos apliquen prèviament un tractament tèrmic per eliminar la clofolla. Normalment aquest tractament tèrmic previ consisteix en una exposició molt ràpida de les faves a una font de calor intensa, cosa que permet escalfar només la superfície tot evitant que a l'interior tinguin llocs processos químics. En el cas del torrat del gra, les màquines són similars a les del torrat de la fava sencera. Pel torrat de la pasta, en canvi, el gra ha de passar per una mòlta molt fina perquè es converteixi en líquid, cosa que requereix un gran control de la humitat.

El torrador més utilitzat és el de bombo que pot arribar a torrar fins a 3 tones de faves en una sola tanda. La temperatura a la que es troben els grans durant la torrefacció oscil·la entre els 110°C i els 140°C i el procés dura entre 45 minuts i una hora. Normalment, després de la torrefacció les faves es refreden en un refredador a part.

La torrefacció és una etapa molt important ja que hi ha varis canvis químics, ja que si les faves no passessin per aquest procés, aquestes tindrien un sabor molt astringent i amarg. És però, gràcies a aquesta fase, que s'eliminen molts dels àcids volàtils, especialment l'etanoic, cosa que fa que el gra sigui menys àcid. Els àcids menys volàtils com ara l'etandioic o el làctic no pateixen canvis en aquest procés. És també una etapa clau ja que té lloc la reacció de Maillard¹.

Mòlta

La mòlta del gra és el següent procés per l'elaboració de la xocolata i té dos objectius: en primer lloc, aconseguir que les partícules de cacau siguin prou petites com per després fer-ne xocolata i, en segon lloc, extreure la major quantitat de mantega de cacau possible de la grassa de l'interior de les cèl·lules del cotiledó. Aquesta grassa que serà necessària per facilitar la fluïdesa de la xocolata, és l'ingredient principal més car de la xocolata i s'obté mitjançant la lisi de cel·lular.

Amb la mòlta, el gra passa de tenir una mida del voltant de mig centímetre a tenir una mida de fins a menys de 30 micres. Això vol dir que la mida s'ha de reduir unes 100 vegades i per fer-ho, normalment, es mòlt el

cacau dues vegades, ja que la major part de les màquines de mòlta només redueixen 10 vegades la mida el primer cop. Normalment per la primera mòlta s'utilitza un molí d'impacte, que va movent els grans a mesura que aquests es van copejant amb martells i maces. La grassa del gra es fon degut a la calor i els impactes i passa a través del tamís juntament amb les partícules més petites mentre que les de mida més gran tornen a ser copejades.



Figura 4.5 Molí de cacau

La segona mòlta se sol dur a terme amb un molí de boles o en un molí de discos. El molí de discos pot treballar tant amb líquids com en sòlids. La pasta de cacau (el gra finament triturat), s'introdueix al molí que conté tres parells de discos que es van aproximant l'un a l'altre obligant a passar la pasta de cacau pel mig de manera que la va destruint i els hi va alliberant la grassa. Després del primer parell de discos passen al segon i finalment al tercer. Els molins de boles, per contra dels de discos, només poden moldre líquids i són els més utilitzats. Com el seu nom indica, contenen moltes boles que estan fetes per rebotar les unes contra les altres mitjançant un eix central giratori, de manera que es van produint impactes entre les boles i totes les partícules es van aixafant i trencant.

Com a resultat de la mòlta dels grans de cacau prèviament torrats i amb la clofolla eliminada, obtenim la pasta de cacau o el licor de cacau. A partir d'aquest punt, depenent de si volem obtenir cacau en pols o xocolata, seguirem un camí o un altre.



Figura 4.6 Pasta de cacau
(també anomenada licor de cacau)

La majoria de la pasta de cacau que es fa servir per fer cacau en pols, passa per un procés d'alcalinització² per tal d'evitar que la pols s'aglomeri més i així impedir que es precipiti al fons quan hi afegim llet o alguna altre beguda de base aquosa. Aquest procés d'alcalinització se sol fer abans del torrat i normalment l'alcaloide que s'hi afegeix és el carbonat potàssic.

Premsat

Amb la pasta de cacau, alcalinitzada o no, el següent pas és premsar-la per tal d'obtenir per una banda la mantega de cacau i per l'altre l'anomenada torta de cacau, és a dir, és el producte resultant de la separació de la mantega de cacau a la pasta de cacau per pressió. Això es fa amb una premsa hidràulica horitzontal. En aquesta premsa, la pasta de cacau calenta entra en una sèrie de compartiments que tenen com a base un tamís d'acer inoxidable. En aquests compartiments la pasta de cacau és pressionada per un èmbol d'acer que exerceix una pressió d'entre 40 i 50 Megapascals. Això fa que la mantega de cacau vagi passant a través del tamís, des d'on flueix per un tub fins arribar a una balança on es controla que s'arribi a la quantitat necessària de mantega de cacau. Mentrestant, als compartiments on s'ha exercit la pressió, hi queda un material dur que conté entre un 8% i un 24% de grassa, i que és la torta de cacau. Aquest producte surt en forma de pastilla a través d'una cinta transportadora.

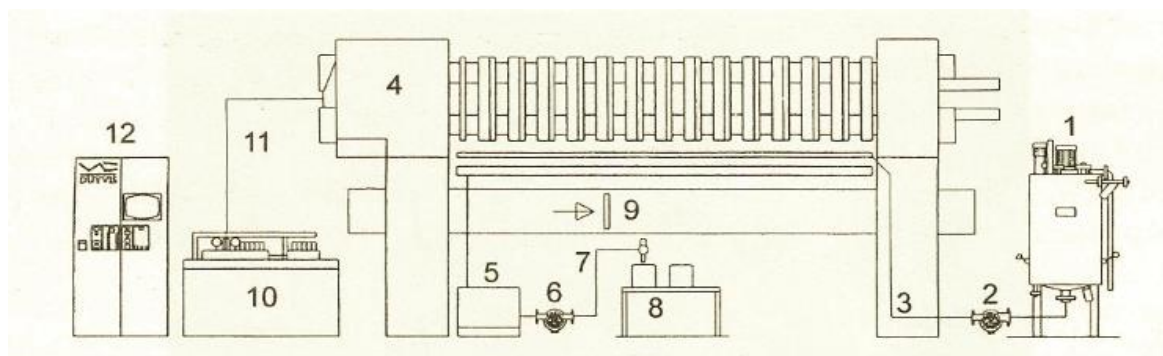


Figura 4.7 Esquema que mostra les principals parts d'una premsa de mantega de cacau.

1-dipòsit de condicionament de la pasta de cacau, 2-bomba, 3-canonada per la pasta de cacau, 4-premsa de la pasta de cacau, 5-balança per la mantega de cacau, 6-bomba per la mantega de cacau, 7-canonada per la mantega de cacau, 8-contenidor mantega de cacau, 9-cinta transportadora torta de la cacau, 10-unitat hidràulica de bombeig, 11-canonada hidràulica, 12-panell de control

La mantega de cacau és el producte més car i preuat per la indústria xocolatera i no sempre és d'una qualitat òptima, ja que es pot obtenir a partir de la premsa del cacau sencer, sense haver-li extret anteriorment la clofolla, cosa que tindrà com a resultat un producte de pitjor qualitat.

Cacau en pols

Si el que es vol és obtenir cacau en pols, s'ha de procedir a la mòlta de la torta de cacau que ha sortit del premsat utilitzant un molí de martells. A

continuació s'ha de refredar intensament mentre és transportat fins a l'àrea d'envasat, ja que després d'haver-ho molt, la grassa que queda es troba en estat líquid i s'ha de solidificar abans de ser envasada. Les aplicacions del cacau en pols són varies. Si es barreja amb altres grasses es poden obtenir cobertures aromatitzades, també s'utilitza per fer mescles per a pastissos i l'aplicació més coneguda, per obtenir begudes que tenen com a base la xocolata. Aquestes begudes s'obtenen afegint al cacau en pols el sucre i la lecitina*. La lecitina actua com a emulgent* i estableix una frontera entre la grassa i la resta de partícules del cacau i l'aigua en l'elaboració de la beguda.



Figura 4.8 Cacau en pols

FABRICACIÓ DE LA XOCOLATA LÍQUIDA

Amassat

La xocolata negra es fabrica bàsicament a partir de sucre, pasta de cacau i mantega de cacau. Un cop tenim tots els ingredients per fer la xocolata, el que s'ha de fer és barrejar-los tots, utilitzant la proporció que cada expert faci servir. Aquesta acció de barrejar els ingredients és l'amassat de la xocolata i es fa en una màquina anomenada amassadora. Aquesta màquina té a l'interior un agitador que amb un moviment de rotació homogeneïtza la xocolata. L'estona que dura aquest procés varia depenent de la qualitat de la xocolata però sol durar entre 1 i 3 hores.

Refinat

El següent procés és el refinat de la xocolata. Tot i això, es recomana fer abans un prerefinat, que es fa en una prerefinadora de dos corrns situats horitzontalment l'un al costat de l'altre i que giren en sentits contraposats de manera que la pasta passa per l'espai que hi ha entre els dos corrns. Això serveix ja per formar una pasta més seca amb una mida de partícules màximes d'entre 100 i 150 micres.

Aquesta pasta més seca resultant del prerefinat és la que passarem a refinar. El refinat que té com a objectiu la desintegració de les partícules que formen la xocolata fins a una mida d'entre 15 i 35 micres, ja que la mida final

dependrà del tipus de xocolata que es vulgui fabricar perquè la mida afecta molt la fluència com a líquid i el gust i la textura que tindrà a la boca.

El refinat té lloc a les refinadores, que són màquines que contenen varis corrns d'acer que són refredats per un corrent continu d'aigua. Les refinadores modernes tenen cinc corrns d'acer, cosa que confereix una gran sensibilitat i precisió a l'hora de fer el refinat. A més, els corrns estan ajustats entre ells de manera precisa per tal que els que estan més amunt girin més ràpids que els que es troben més avall. Això és important perquè com que cada corró és més ràpid que l'anterior, la pasta de xocolata se sent atreta per la superfície que gira més ràpid i, per tant, va pujant per la refinadora fins que arriba al cinquè corró, on hi ha una fulla o rascador que retira la xocolata en forma de pols. Així doncs, degut al fet que la velocitat augmenta en cada corró es pot establir que cada corró exerceix una acció lliscadora al recolzar-se en el seu veí i per tant el refinat eficient obeeix tant a la pressió exercida entre corrns com a la diferència de velocitats entre dos corrns. El resultat del refinament serà una pols laminada o una pasta espessa i seca.



Figura 4.9 Els corrns d'una refinadora de xocolata

Conxat

El següent pas és conxar la xocolata per tal de fer que aquesta pasta espessa es converteixi en un líquid que flueixi lliurement i que es pugui fer servir per fabricar els productes finals. Per aconseguir això, s'hauran de recobrir les superfícies de les partícules sòlides amb grassa, per tal que aquestes puguin lliscar totes juntes. Aquest procés també és clau perquè es desenvolupi el sabor, l'aroma, l'exquisitat i la suavitat que deixa la xocolata a la boca.

El conxat té com a objectiu, a part de desenvolupar el sabor definitiu de la xocolata, recobrir totes les partícules que formen la xocolata amb grassa, és a dir, aconseguir una bona emulsió entre totes les partícules. Per fer-ho, les conxadores remouen la pasta a diferents velocitats, de la manera

més adient. Té una durada aproximada de 6 hores i es fa a una temperatura d'entre 50 i 80 °C.

En aquest procés de conxat és on s'afegeix la lecitina, una barreja greixosa de fosfolípids i altres substàncies similars que actua com a emulgent. Això vol dir que per un extrem de la molècula es pot dissoldre en aigua i per l'altra punta es pot dissoldre en oli, cosa que permet unir substàncies que en un principi restarien separades. La xocolata la podríem definir com una emulsió sòlida: té partícules de sucre que són hidròfiles i partícules de cacau que són hidròfobes. Aquestes partícules de cacau es dispersen bé en la mantega de cacau, que al cap i a la fi, és un greix, però les partícules de sucre no es dispersen bé en la mantega de cacau i aquí és on actua la lecitina: aquesta s'enganxa per l'extrem polar al sucre i per l'extrem no polar a la mantega de cacau, així que finalment entre tots formen una suspensió sòlida estabilitzada.

Així doncs, amb un bon conxat s'aconsegueix una mescla íntima dels ingredients, una millor aroma i sabor; eliminar la humitat i els àcids volàtils, estabilitzar la viscositat al aconseguir que cada partícula de sucre quedi recoberta per una fina capa de mantega de cacau i arrodonir els cristalls de sucre per tal de suavitzar el gust.



Figura 4.10 Imatge d'una conxadora

Hi ha varis tipus de conxadores: les longitudinals, utilitzades per les xocolates de major qualitat però de poca capacitat per cada tanda; les circulars, per les xocolates més normals i que permeten treballar amb gran quantitat de xocolata, i la conxa universal, una màquina que amassa, refina i conxa a la vegada.

Després de tots aquests processos, el resultat és una xocolata en estat líquid. Per arribar al producte final amb què els consumidors tenim contacte, per exemple, en forma de rajoles de xocolata, queden dos processos: el procés de temperat i el de modelat. Com ja he dit al principi, però, aquests dos processos els explicaré d'aquí dos apartats.

5. Cristal·lització de la grassa de la xocolata

Com ja hem vist, un dels tres components essencials de la xocolata és la mantega de cacau. La mantega de cacau és la grassa més important en la xocolata i està formada, principalment, per un 98%, de triglicèrids¹

La grassa es pot cristal·litzar i formar cristalls². Els cristalls són estructures atòmiques que apareixen per solidificació i que presenten tots els àtoms disposats segons un model repetit periòdicament en les tres dimensions de l'espai. Això doncs, la cristal·lització³ és el procés de formació d'un sòlid cristal·lí a partir d'un producte fos o d'una dissolució. La mantega de cacau pot cristal·litzar de varies formes, és a dir, pot presentar estructures cristal·lines finals de diversos tipus. Per això diem que és polimorfa. Aquest polimorfisme és a causa que les diferents molècules de grassa poden encaixar entre si de maneres diferents.

Donada la composició relativament homogènia dels triglicèrids, la mantega de cacau cristal·litza d'una forma molt ordenada, cosa que és la responsable de la seva duresa i del seu comportament durant la fusió. Tot i això, les diferències que hem vist que existeixen en les simetries de les cadenes, és a dir, entre les SSS, les SOS o les SOO, generen un polimorfisme complex que va des de les formes més inestables fins a les que es poden mantenir inalterades per un llarg període de temps. Mitjançant la tècnica de DSC (Differential Scanning Calorimetry) es va veure que la mantega de cacau tenia sis formes de cristal·lització. En anàlisi posterior amb rajos X, es va descobrir que d'aquestes sis formes n'hi havia 4 de principals a les quals es van referir com a γ , α , β i β' . Aquestes lletres gregues van ser establertes per Larsson el 1966 però en la indústria de la xocolata, se sol numerar les sis formes tot utilitzant números romans tal i com van ser descrites per Wille i Lutton també el 1966. Així doncs, per tal d'evitar confusions, a continuació hi ha una relació entre les lletres gregues i els números romans.

Lletres gregues	Γ	A	β_2'	β_1'	β_2	β_1
Números romans	I	II	III	IV	V	VI

Figura 5.2 Relació entre els dos convenis per establir les formes cristal·lines de la mantega de cacau

Cadascuna d'aquestes formes tenen diferents punts de fusió i diferents calors latents. Es va observar que les formes γ , α i β' eren termodinàmicament inestables i, per contra, la β era l'única estable. Així doncs, l'objectiu del temperament de la xocolata, procés que veurem després, és aconseguir el màxim número de nuclis de cristal·lització β , ja que això garanteix que després hi hagi una ràpida i adient cristal·lització en la forma estable β . La forma β , a la qual podem incloure la forma numèrica V i la VI, és la més estable per un motiu: el seu empaquetament és d'una longitud de tres cadenes mentre que totes les altres formes formen un empaquetament de longitud de dues cadenes. A més, només amb la forma β assegurarem una xocolata amb una brillantor, una estabilitat i una duresa adients.

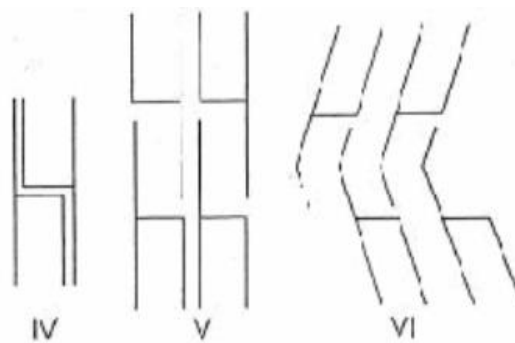


Figura 5.3 Estructura cristal·lina de les formes IV, V i VI de la mantega de cacau

El temperament de la xocolata és, per tant, un procés clau per la qualitat d'aquesta. Si aquest procés es passa per alt o es fa incorrectament, la vida útil de la xocolata és tant sols d'uns mesos després dels quals apareixeran unes taques blanquinoses sobre la superfície de la xocolata. Aquest fenomen es coneix com *fat bloom* i l'aparició de les taques blanquinoses és perquè els cristalls de grassa migren del interior fins a la superfície. Això es produeix quan hi ha una recrystal·lització durant la qual l'estructura cristal·lina pateix canvis per minimitzar l'energia interna. Una xocolata amb presència de *fat bloom* es completament segura de consumir, ja que aquest fenomen només produeix canvis físics que alteren la textura, l'aspecte i el sabor.

Utilitzant ara els números romans, a mesura que n'anem incrementant el valor, la temperatura de fusió va augmentant. Així doncs, la forma I és la més inestable i es fon al voltant dels 17°C. És per això que s'utilitza per a les cobertures dels gelats. Aquesta forma canvia ràpidament cap a la forma II que a la vegada es transforma tot i que d'una manera més lenta, cap a la forma III i la IV. La forma IV és bastant tova, per tant, al trencar-se no produirà l'espetic típic de la xocolata. A més, amb el transcurs dels dies s'acabaria transformant en la forma V, tot depenent de les condicions d'emmagatzematge ja que com més altes les temperatures siguin, més ràpid es produiria aquest canvi.

Tot i que la mantega de cacau, de la forma IV passaria automàticament a la V, és necessari a l'hora d'elaborar productes de xocolata que aquesta estigui amb la forma V, sense haver patit una transformació posterior ja que la transformació podria provocar l'aparició del *fat bloom*. La forma V és una forma dura que produeix un bon espetec a l'hora de trencar-se i que presenta un aspecte brillant i resistència al *fat bloom*.

La forma més estable, però, es la VI tot i que en condicions normals només es forma mitjançant una transformació de sòlid a sòlid i no directament a partir de la mantega de cacau en estat líquid. Això significa doncs, que la grassa de la xocolata en la forma V després d'un període de mesos començarà a donar un *fat bloom*, ja que tornen a realitzar-se els processos de transició que hi ha hagut de la forma IV a la V, tot i que a una velocitat més baixa.

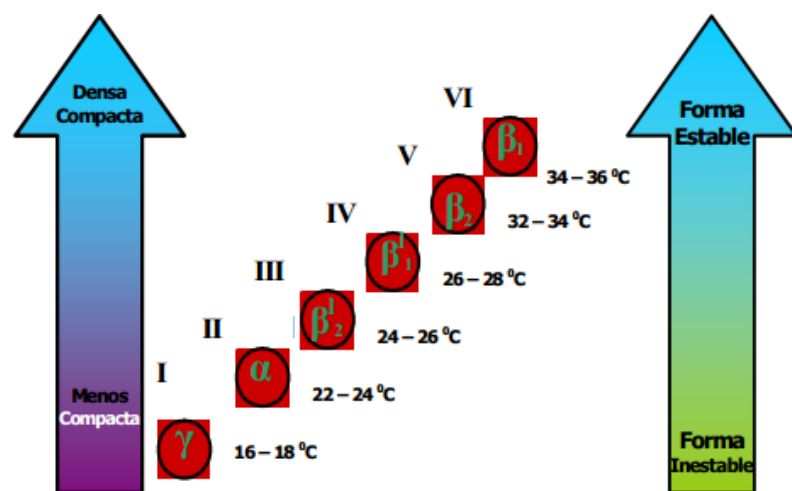


Figura 5.4 Relació entre les diferents formes cristal·lines de la mantega de cacau i les seves temperatures de fusió

Així doncs, el que el fabricant intentarà sempre serà elaborar xocolata que aconseguixi de seguida la forma V i a l'hora, intentarà evitar una posterior transformació a la forma VI.

Fins aquí, hem vist dues maneres que provoquen l'aparició de *fat bloom*: la transformació de la forma IV a la V, que es conseqüència d'un temperat incorrecte, i la transformació de la forma V a la VI, relacionada amb l'envelliment o la temperatura. A banda d'aquestes dues maneres, n'hi ha tres més que també en provoquen l'aparició. Una d'elles és quan posem la xocolata al sol i aquesta es fon. Al recristal·litzar-se, ho farà en una forma que no és l'adient i arrel d'això apareixeran les taques blanquinoses a la superfície característiques del *fat bloom*. L'altra manera es produeix a causa de la migració de la grasses, ja que en alguns productes, especialment aquells que contenen olis vegetals líquids, la grassa líquida migrarà dins de la xocolata i suavitzarà la mantega de cacau, cosa que provocarà la formació del

bloom. Finalment, l'última manera que possibilita l'aparició del *fat bloom* és la temperatura que hi hagi mentre la xocolata resta emmagatzemada, la manera de transportar-se i el maneig que se'n fa durant la comercialització.



Figura 5.4 Comparació d'una xocolata normal amb una xocolata que presenta *fat bloom*

6. Procés d'elaboració de la xocolata (II)

Ara que ja sabem la teoria sobre com es formen els cristalls de la mantega de cacau i perquè és tant important que aquest procés es faci de la millor manera possible, veurem com, a partir de la utilització de varies màquines i tècniques, s'aconsegueix que la xocolata cristal·litzi de la manera desitjada. Abans però, amb el següent diagrama de fluxos farem una recapitulació de tots els processos que s'han de seguir per elaborar la xocolata.

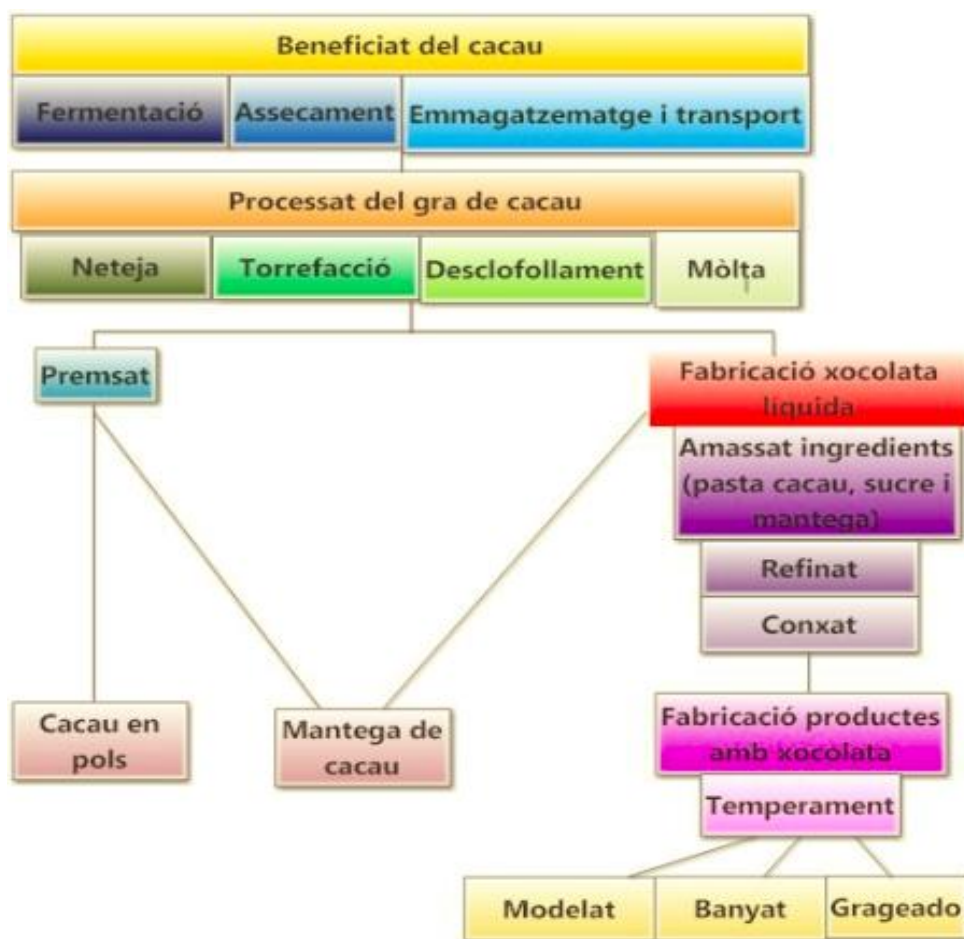


Figura 6.1 Diagrama de fluxos que mostra tots els processos per a la fabricació de la xocolata

Normalment, la xocolata líquida que surt de la conxadora està per sobre dels 40 °C i si aquesta xocolata és processada en la mateixa fàbrica, s'ha de mantenir en un tanc d'emmagatzematge fins que es faci servir. Aquests tancs han de tenir controlats la temperatura en tot moment i han de ser en un ambient de baixa humitat per tal d'evitar que les partícules de sucre s'adhereixen entre elles, canvii de sabor o hi pugui haver altres

inconvenients. Durant aquest emmagatzematge, una petita quantitat de la grassa de la xocolata ja es precristal·litza.

A aquesta xocolata que es troba per sobre de 40°C se li ha de reduir la temperatura, procés que es coneix com el temperament de la xocolata. Aquesta fase de temperament és necessària ja que la mantega de cacau, la grassa de la xocolata, està formada per una barreja de triglicèrids que tenen diferents punts de fusió. Per tant, cal realitzar el temperament per aconseguir que tots els triglicèrids tinguin les mateixes propietats i que tots s'endureixin quan es modelin. A més, amb el temperament també s'aconsegueix el color atractiu, uniforme i brillant de les rajoles de xocolata.



Figura 6.2 Imatge de dos tancs d'emmagatzematge

Temperament

Els temperadors, les màquines encarregades de temperar la xocolata, primer de tot la refreden per tal que es comencin a formar els cristalls. Això passa quan la xocolata entra en contacte amb la superfície de metall freda del temperador. Els temperadors els podríem descriure com intercanviadors de calor, ja que escalfen o refreden la xocolata a mesura que aquesta va passant a través d'ell. Tenen com a columna central un eix giratori al qual s'uneixen varis discos o rascadors i les parets tenen barres o discos per assegurar una correcta fluïdesa de la xocolata. Normalment la temperatura es controla en cada un dels grups de plaques del temperador anomenat zones. La primera zona refreda la xocolata fins que es comencen a formar els cristalls. La segona disminueix més la temperatura, de manera que es troben les formes IV i V, a l'hora que la xocolata és sotmesa a unes importants forces de cisalla. En l'etapa final s'augmenta la temperatura al voltant dels 30°C per tal que molts cristalls inestables es fonguin.

Tenint en compte que la viscositat de la xocolata disminueix quan s'augmenta la temperatura, com més fluid sigui la xocolata amb més facilitat fluirà dintre del motlle. Per això el més recomanable es fer el procés de temperament a la més alta temperatura possible, però sense que es fonguin

els cristalls prèviament sembrats. Els cristalls acabats de formar, quan s'elevi la temperatura es fondran però després, si la xocolata es va escalfant lentament i es va remenant, els cristalls es tornaran més estables i tindran un punt de fusió més alt. És per això que alguns temperadors tenen una fase final perquè els cristalls puguin madurar.

Així doncs, un bon temperament de la xocolata és indispensable ja que en aquest procés aconseguim que la mantega de cacau cristal·litzi en la seva forma més estable, que com hem vist és la V i així evitem la futura aparició de *fat bloom*. A més, durant aquest procés també es defineixen les qualitats òptimes de viscositat, s'aconsegueix el brillantor perfecta, causa l'espèctec característic de la xocolata al trencar-se i li atorguen una textura i una fusió agradables.

Un cop tenim la xocolata temperada i amb la seguretat de tenir suficients cristalls per garantir una bona solidificació, segons el producte final que es desitgi, seguirem un camí o un altre tal com veurem a continuació.

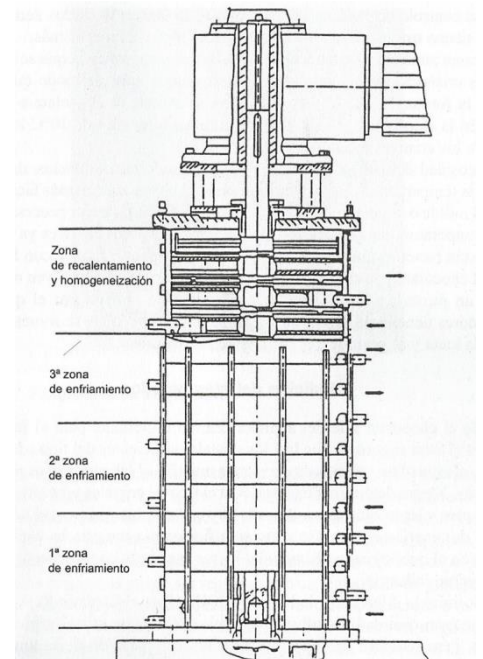


Figura 6.3 Dibuix esquemàtic de les parts d'un temperador

Emmotllat

L'emmotllat o modelat té com a objectiu donar una forma concreta a la pasta i és el mètode que s'utilitza per elaborar les rajoles de xocolata. Els motlles on s'aboca la xocolata estan fets de plàstic. Abans d'abocar-hi la xocolata però, aquests motlles s'han de temperar i assolir una temperatura d'uns pocs graus inferiors a la de la xocolata per tal de no fondre els cristalls de nou ni fer que solidifiquessin de manera incorrecte.

Un cop els motlles estan a punt, es van desplaçant per sota d'un sistema de dipòsit que guarda la xocolata i que mitjançant unes embocadures diposita la quantitat requerida de xocolata en cada motlle.

La següent operació consisteix en eliminar les bombolles d'aire que s'hagin pogut formar tot aplicant unes vibracions sobre el motlle. A més,

també s'aconsegueix distribuir de manera uniforme la pasta en el motlle tot deixant una superfície completament llisa.

Un cop fet això, es procedeix al refredament de la xocolata. Quan la xocolata acaba el modelat, la majoria de la grassa es troba en estat líquid i per tal que després la xocolata es pugui manipular, aquesta grassa ha de solidificar-se en la seva forma concreta, cosa que es fa en un túnel de refredament. Aquests túnels, estan compostos per ventiladors i sistemes de refrigeració col·locats en intervals, de manera que poden dividir-se en zones de diferents temperatures. El temps necessari per obtenir una xocolata d'una bona qualitat és entre 10 i 20 minuts i s'ha d'evitar sempre que la xocolata no es refredi massa, ja que en aquest cas, sortiria suant i es trencaria en tornar a la temperatura ambient.

Finalment, l'últim que s'ha de fer és desemmotllar les rajoles de xocolata. Això es fa amb un simple cop a la base del motlle que provoca que la xocolata es desprengui d'aquest. Aquesta tauleta resultant, per mitjà d'una cinta transportadora arriba a l'empaquetadora, que envolta la xocolata amb paper d'alumini i després amb paper, tot emmagatzemant-la o posant-la apunt per a ser distribuïda en botigues o pastisseries.



Figura 6.5 Cadena de modelat de rajoles de xocolata

Banyat

Si tenim com a objectiu recobrir algun aliment com ara una galeta o un caramel amb xocolata, procedirem al banyat. La base que es vol recobrir es posa en una cinta transportadora que la porta a una banyadora que serà l'encarregada de recobrir-li uniformement totes les superfícies, incloses les bases i els extrems. Per banyar un aliment determinat, la xocolata també ha d'estar temperada.

Les bases que s'han de recobrir de xocolata se situen en una cinta transportadora passa per sota de dues cascades de xocolata, la primera fa que la xocolata penetri per tots els racons de la base, i la segona fa que atorgui al producte una aparença més compacta. Després es comprova que els productes tinguin el pes correcte i si hi ha un excés de xocolata aquest es fon al aplicar-li un raig d'aire calent. Seguidament, unes vibracions confereixen un aspecte



més suau a l'aliment. Finalment, és procedeix a recobrir la base del producte amb uns rodets que es troben a la part inferior de la cinta.

Figura 6.6 Detall d'una banyadora

Grageado*

Finalment, si el que volem és fabricar petits articles de xocolata que se solen vendre en tubs o bosses, procedirem a realitzar el grageado.

Aquests petits articles es poden dividir en dos tipus: productes recoberts de xocolata que contenen un fruit sec o una fruita deshidratada en el nucli, i productes de xocolata recoberts amb sucre.

Per fabricar els dos tipus d'articles s'utilitzen bombos giratoris oberts als quals se'ls hi introdueix aire a través de tubs a una temperatura i humitat controlades.



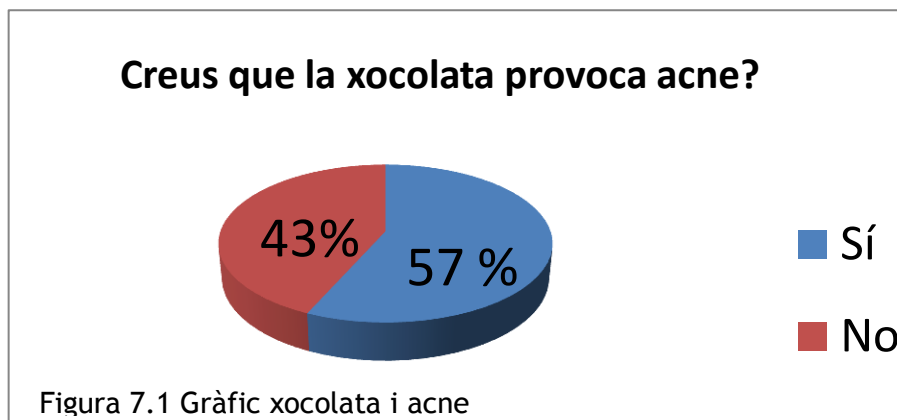
*Grageado: aquesta terme és en castellà ja que en català no hi ha una traducció

7. Els mites de la xocolata

La xocolata és un dels aliments més associats a falses creences des dels inicis de la història. Es va arribar a creure que podia provocar malalties, que les podia curar, se li atribuïen propietats divines, es feia servir per rituals ancestrals, etc. Avui en dia, sabem que res d'això es veritat, però tot i així hi segueixen havent varis mites envers la xocolata. En aquest apartat tractaré de donar una clara explicació sobre aquests mites, que en la majoria de casos són falsos però la tradició els ha establert com a certs.

Ens centrarem en cinc mites: la xocolata provoca acne, la xocolata provoca càries, la xocolata provoca addicció i la xocolata engreixa. En cada cas, abans de resoldre cada mite amb una explicació científica, hi haurà una gràfica amb una enquesta realitzada per mi mateixa a 60 persones d'edats entre 10 i 50 anys, essent la franja de 15 a 25 anys la més abundant, on havien de marcar quins mites creien certs.

7.1 La xocolata i l'acne



Quants cops hem sentit que si menjàvem xocolata ens sortirien granets? Com veiem en el gràfic, més de la meitat dels enquestats creuen que aquest mite és real i que la xocolata és la responsable de l'acne.

L'acne es defineix com una erupció cutània inflamatòria que es produeix en la proximitat de les glàndules sebàcies de la cara, el coll i les espatlles. Això és conseqüència d'una producció excessiva de seü causada per factors hormonals, i és per això que durant l'adolescència, quan les hormones estan una mica revolucionades, hi ha un increment de l'acne.

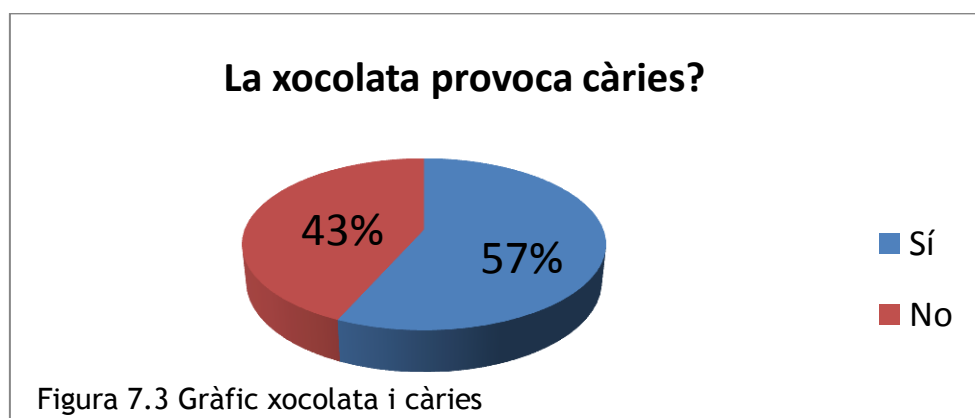
Així doncs, de manera contrària al que pensa la majoria de la població, pel fet de consumir molta xocolata no apareixeran més granets. És cert que una dieta equilibrada i sana pot millorar sempre l'estat de la pell però el que també és cert, és que el fet de menjar xocolata no va lligat amb l'aparició de l'acne. Això ho confirmen varis experts com ara una publicació del *American Dietetic Association*, on exposen que el fet que



Figura 7.2 Mostra d'un cas d'acne

la xocolata provoqui acne és una concepció errònia, ja que la causa més habitual d'aquest són els canvis hormonals durant l'adolescència. També ho podem llegir en l'àrea de divulgació del dermatòleg Miquel Casals, on remarca que “tot i estar molt estesa la creença que la xocolata, els dolços i els embotits empitjoren l'acne, la veritat és que suprimir aquests aliments no produeix una millora apreciable”.

7.2 La xocolata i les càries



“No mengis xocolata que et sortiran càries”, aquesta frase també l’hem sentit mil i un cops i, com bé veiem en el gràfic, un 57% de la població la creu certa. Però, és del tot vertadera?

Si es té en compte que la xocolata conté sacarosa i que la presència de sacarosa és un detonant per la producció de càries dentals la resposta sembla fàcil, però no és així. La sacarosa, provoca càries perquè els bacteris que hi ha a la boca, en concret, *Streptococcus mutants*, produeix una molècula viscosa, el glucan, que facilita l’ancoratge d’estreptococs a la dent. Aquest bacteri converteix els sucres en àcids que foraden les cavitats de la superfície

de les dents. Tot i així, a part dels microorganismes i de la ingesta d'aliments cariogènics que actuen com a substrat per la fermentació dels microorganismes, hi ha dos factors més que influeixen en la formació de la càries. Aquests són el temps que l'aliment en qüestió està en contacte amb les dents i també les dents i tot l'entorn bucal en general.

Així doncs, perquè la càries acabi apareixent, no és necessari només un aliment amb una aportació important de sacarosa, sinó que també el temps que aquest està en contacte amb la dent. És per això que les propietats dels aliments com ara l'adhesivitat, la consistència i la mida de les partícules són també claus per establir la capacitat cariogènica d'un aliment ja que faran variar el risc de l'aparició de càries.

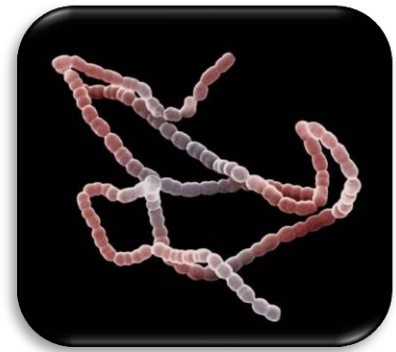


Figura 7.4 Imatge de *Streptococcus*

Aliment	CPI
Postrada de gelatina (sense sucre)	0.4
Cacauets	0.4
Logurt (sense sucre)	0.4
Mortadella	0.4
Patates chip	0.6
Galetes salades	0.7
Xocolata amb llet	0.8
Pa	0.9
Sacarosa	1.0
Patates fregides	1.1
Plàtan	1.1
Panses de raïm	1.2

Figura 7.5 Taula amb el CPI d'alguns aliments

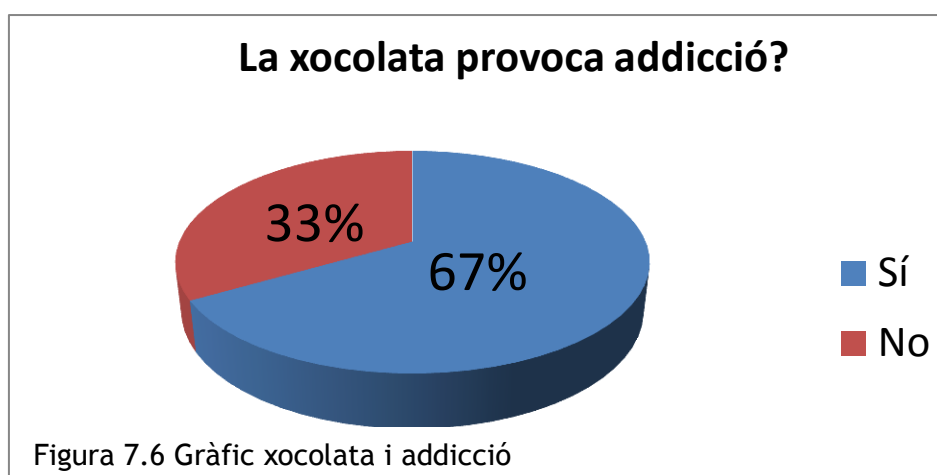
Centrant-nos ja en la xocolata, és cert que conté sacarosa i que per tant hauria de tenir un risc cariogènic elevat. Per tal de mesurar el risc cariogènic dels aliments hi ha un sistema de comparació que és el CPI (Índex de Potencial Cariogènic). Aquest sistema (figura 8.5) pren com a referència la sacarosa, la qual té la puntuació de 1. Com podem veure, la xocolata té una assignació de 0.8, és a dir, és moderadament menys cariogènic que la sacarosa i bastant menys cariògenic que una fruita com és el plàtan. Tot i

tenir un 0.8, la xocolata es considera com un aliment cariogènic baix ja que no té un temps d'adhesivitat en les dents gaire notable, és a dir, els bacteris tenen menys temps per poder-la fermentar i per tant produeix menys quantitat d'àcid.

Un altre aspecte que també influeix en el desenvolupament de les càries és el grau d'acidesa dels aliments, ja que els aliments amb un pH àcid contribueixen a un desenvolupament més gran de la placa bacteriana. En aquest cas, la xocolata té un baix nivell d'acidesa, menys fins i tot que les pomes.

Les conclusions que podem extreure a partir d'aquests estudis mostrats, que daten de mitjan segle XX, són que les evidències no són del tot concloents per determinar si la xocolata causa càries o no. Però estudis més recents, de l'any 2000 presenten una investigació que deixa les coses molt clares: la xocolata no representa cap perill per a la salut dental, i encara és més, protegeix la dentadura. Aquests estudis fets per un grup d'investigadors japonesos de la Universitat d'Osaka, asseguren que els alts nivells de sucre de la xocolata són compensats pels agents antibacterians continguts en els grans de cacau, que redueixen les possibilitats d'un posterior desenvolupament de les càries. Aquests agents antibacterians es troben generalment a la clofolla del cacau, la major part de la qual s'elimina. La part restant, però, quan entra en contacte amb el cultiu dels estreptococs mutants, es bloqueja la formació de glucan. Segons els experts, aquest extracte de la clofolla es podria afegir a les pastes de dents per tal de combatre les caries.

7.3 La xocolata i l'addicció



Mentre que en les preguntes anteriors els resultats eren prou ajustats, en aquesta hi ha un cert canvi: un 67% dels enquestats creuen que la xocolata produeix addicció.

Abans d'estudiar aquest mite, primer de tot definirem el terme addicció, que segons el Diccionari de l'Institut d'Estudis Catalans és "l'estat de dependència fisiològica i psicològica a una substància o a una pràctica, més enllà del control voluntari". És a dir, en l'addicció, el consum habitual de la substància és l'eix del problema, ens és una necessitat prendre una substància determinada.

Partint d'això, no podem parlar d'addicció de la xocolata, ja que això significaria donar-li a la xocolata el mateix paper que una droga. A més, un estudi dut a terme pel doctor Antonio Bulbena, cap de Psiquiatria del Hospital del Mar de Barcelona, per determinar si la xocolata podia seguir el patró del consum de droga, va concloure que perquè un individu pogués arribar a tenir a l'organisme la quantitat de substàncies potencialment addictives que conté la xocolata, seria necessari un consum d'uns 15 kg diaris de xocolata per part de l'individu.

Així doncs, la xocolata no provoca addicció. Podríem resoldre que el que provoca la xocolata és un anhel, un desig de consumir-la, però en cap cas arriba a provocar addicció.

Però... perquè la xocolata provoca aquest anhel? Aquesta pregunta té varies respostes que anirem revelant a continuació.

En primer lloc, la xocolata conté una substància anomenada fenetilamina que pertany a un grup de substàncies químiques conegudes com endorfines i que produeixen un efecte estimulants en el cervell. Aquestes endorfines quan es barregen amb el flux sanguini produeixen una energia positiva i uns sentiments que poden anar des de la felicitat a l'eufòria. És per això que en èpoques d'exàmens molts cops la xocolata és un dels aliments més buscats. També s'ha comprovat científicament que quan una persona està enamorada el cervell allibera determinats productes químics que són els responsables de les sensacions de plaer i eufòria típics de l'enamorament, i recentment, alguns d'aquests productes s'han descobert en la xocolata. La fenetilamina es troba entre 0,4 i 6,6 micrograms per cada gram de xocolata.

La xocolata esdevé també un aliment molt anhelat per les dones durant el síndrome premenstrual i això té un motiu: conté magnesi. Hi ha investigacions que demostren que la falta de magnesi contribueix als símptomes del síndrome premenstrual i que a més, la falta d'aquest provoca la reducció selectiva de nivells de dopamina, un neurotransmissor del sistema nerviós central que transmet les senyals de eufòria i satisfacció. A més, la dopamina equilibra un altre neurotransmissor, la serotonina que s'associa a la regulació de l'estat d'ànim.

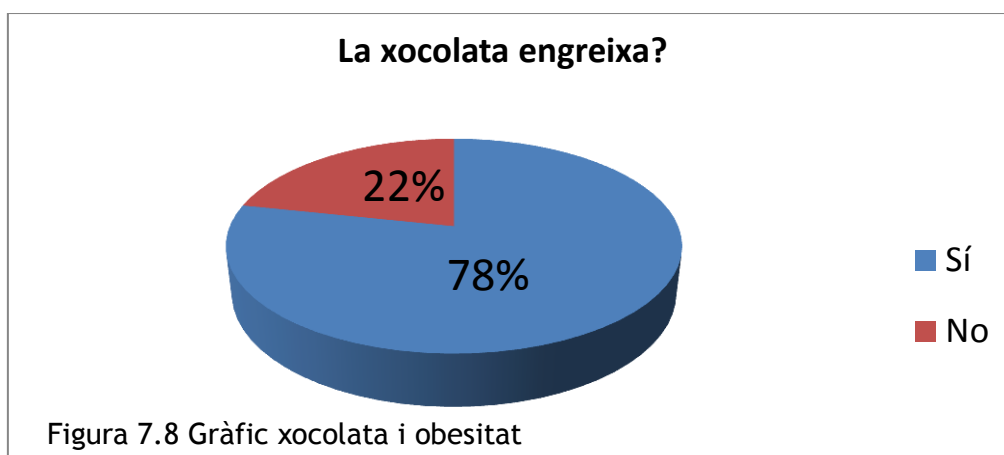
Hi ha altres substàncies en la xocolata que poden incidir en l'estat d'ànim. Dues de les més conegudes són la cafeïna i la teobromina. La cafeïna, estimulants que també es troba al cafè, al te i en begudes de cola, estimula lleugerament el sistema nerviós central. Uns nivells elevats de cafeïna en la dieta no resulten saludables per a l'individu però la xocolata conté quantitats relativament baixes. L'altre estimulants, la teobromina és un component del cacau, que porta de forma natural i que està emparentat químicament amb la cafeïna. És un alcaloide, una substància de caràcter bàsic que té en la seva estructura molecular un àtom de nitrogen col·locat en una posició especial. La teobromina actua com a estimulants cardíac suau que pot ajudar a reduir lleugerament la pressió arterial. A més, també li confereix a la xocolata part de la seva capacitat euforitzant i de relaxació.



Figura 7.7 Imatge d'una dona devorant una rajola de xocolata

Si a tot això li sumem l'atractiu que resideix en les qualitats organolèptiques de la xocolata, que ens provoquen una experiència hedònica cada cop que en mengem i que notem com sens va fonent poc a poc a la boca, és molt comprensible que una gran quantitat de persones, en concret un 67% dels enquestats, creguin que la xocolata pot crear addicció.

7.4 La xocolata engreixa



De totes les preguntes relacionades amb el consum de la xocolata, aquesta és la que té una resposta afirmativa més contundent: un 78% dels enquestats relacionen directament la xocolata amb l'augment de pes. I és que, quants cops hem sentit parlar de dietes que tenien com a aliment prohibit la xocolata? La xocolata negra, però, en contra de tot pronòstic no engreixa segons ha afirmat un estudi dut a terme per la Universitat de Califòrnia. A més, afirmen també que consumida amb moderació i acompanyada d'un estil de vida saludable serveix per reduir l'índex de massa corporal. Aquest estudi es va fer amb mil homes i dones d'entre vint i vuitanta anys, els quals ingerien xocolata una mitjana de dos cops a la setmana i feien exercici una mitjana de tres dies a la setmana. Els que reconeixien menjar xocolata amb més freqüència del normal tenien una menor proporció entre pes i altura, és a dir, reduïen el seu índex de massa corporal. La causa d'això sembla ser l'epicatequina del cacau, un antioxidant propi d'aquest aliment que s'ha relacionat amb l'augment de la massa muscular i amb la pèrdua de pes en rates de laboratori, tot i que falta comprovar si en els humans passa el mateix.

Així doncs, la xocolata negra és la més saludable de totes les varietats de xocolata, tot i que la tradició fa que sigui la xocolata amb llet una de les més consumides. Aquesta xocolata, al contenir llet i major quantitat de sucre, és menys recomanada per a la salut.

Figura 7.9 Imatge d'un dels protagonistes de la pel·lícula Charly i la fàbrica de xocolata



BLOC II. PART EXPERIMENTAL

8. Elaboració de la xocolata

En aquest primer apartat de la part pràctica narraré la meva experiència com a “mestra” xocolatera del Gremi de Pastisseria de Barcelona. La meva intenció era seguir el procés d’elaboració de la xocolata i, en part, és el que he fet. Dic en part perquè com he explicat en l’apartat 3 del treball, és un llarg procés la primera part del qual es fa als mateixos països on es troben les plantacions. A més, en la meva explicació m’he referit al procés industrial que segueix la xocolata però jo vaig seguir un procés més artesanal.

El meu punt de partida van ser els ingredients presents en la xocolata: la mantega de cacau, la pasta de cacau (anomenats en el sector pastisser nibs de cacau), el sucre i la lecitina.



Figura 8.1 Nibs de cacau, sucre i mantega de cacau

Els nibs o pasta de cacau són el resultat de la trituració de les ametlles:



Figura 8.2 Ametlles de cacau



Figura 8.3 Nibs de cacau

Quantitat de productes utilitzada:

Nibs de cacau → 150 g

Sucre → 150 g

Mantega de cacau → 150 g

Lecitina → 1 g



Figura 8.4 Lecitina de soja

Com es pot comprovar, totes les quantitats de productes són iguals menys la lecitina, la qual no podem considerar com a ingredient directe ja que la seva única funció es actuar com a emulgent. Amb aquestes mesures inicials, obtindrem aproximadament uns 480 grams de xocolata.

Un cop els ingredients estan preparats, el següent pas que vaig fer va ser posar-los a una conxadora universal. Com s'ha explicat a l'apartat *3.Procés de producció de la xocolata (I)* del treball, aquest tipus de conxadora, a part de conxar la xocolata, fa també el procés d'amassat i de refinat. Això agilitza el procés d'elaboració i fa que no sigui necessari disposar d'una amassadora i d'una refinadora. La conxadora universal que vaig utilitzar per elaborar la xocolata era, però, d'una mida bastant inferior a la que s'utilitza en les grans indústries xocolateres, on cal obtenir enormes quantitats de xocolata. En aquesta màquina, tal i com veiem en la fotografia següent s'hi distingeixen clarament dues parts principals:



Figura 8.5 Conxadora universal que vaig utilitzar

A l'esquerra de la fotografia hi ha el motor que queda recobert per una superfície metàl·lica, mentre que a la dreta es distingeix un recipient semblant a una cassola també metàl·lic. Veiem que d'aquest recipient surt un eix central de color blanc que és de plàstic. L'interior d'aquest recipient, tal i

com es veurà en la figura 9.5, està format per dues pedres circulars que giren al voltant de l'eix central.

Les dues pedres, amb el seu gir, són les encarregades d'anar reduint la mida de les partícules que passen de ser sòlides (a excepció de la mantega de cacau) a ser líquides. Aquestes dues pedres i el cul del recipient tenen una superfície aspra i rasposa, que contribueix en desintegració dels ingredients.



Figura 8.6 Interior de la conxadora

Així doncs, i seguint amb el procés d'elaboració de la xocolata, el següent pas va ser dipositar els ingredients en la conxadora. L'ordre que vaig seguir a l'hora d'introduir-los va ser el següent: primer de tot, els nibs de cacau i després el sucre. La maneta de cacau, en forma de pastilles, va ser el següent ingredient, que just abans d'introduir-la, es va escalfar uns segons al microones per provocar la seva fusió, ja que si s'afegien en estat semi-líquid a la conxadora, era més fàcil la mescla entre els ingredients. L'últim producte addicionat a la conxadora va ser la lecitina de soja.

A continuació, hi ha una progressió de fotografies que mostren com va ser el procés de conxat de la xocolata.



Figura 8.7



Figura 8.8



Figura 8.9

La *figura 9.6* mostra l'aspecte que presentava la xocolata segons després d'afegir a la conxadora els nibs de cacau. La *figura 9.7* és després d'afegir-hi sucre, com es pot apreciar en la imatge (partícules de color blanc). Finalment, la *figura 6.8* mostra l'aspecte de la xocolata a la mitja hora d'haver-se posat en marxa la conxadora i amb la mantega de cacau i la

lecitina ja addicionades a la mescla. En aquesta última mostra sembla que la xocolata sigui completament líquida i que no restin partícules apreciables per la boca, però, al tastar-ne una mica, encara es podia apreciar un nivell elevat d'arenositat.

La xocolata va estar a la conxadora durant sis hores, ja que segons els experts, si passa més temps es perd el sabor original de la fava de cacau.

Un cop la xocolata va sortir de la conxadora presentava una temperatura de 45°C, ja que amb l'acció del motor la màquina s'escalfa i conseqüentment, la xocolata també. Amb la xocolata líquida, vaig processar al temperament d'aquesta, en aquest cas, un temperament artesanal i no fet per màquines com succeeix amb la xocolata industrial. Amb el temps transcorregut entre que la xocolata sortia de la conxadora i s'iniciava el temperat, la temperatura d'aquesta va disminuir 5,5°C. Abans però de començar el temperament, vaig agafar un tros de paper i el vaig sucar en la xocolata sense temperar per després poder fer una comparació entre la xocolata temperada i la que no ho havia estat.



Figura 8.10 La xocolata a 39°C

Per temperar la xocolata, l'única cosa necessària va ser una superfície de marbre i una espàtula.



Figura 8.11 La superfície de marbre, l'espàtula i la xocolata utilitzades

La funció del marbre és refredar la xocolata el més aviat possible, ja que només entrar en contacte amb el marbre, la temperatura de la xocolata baixa notablement. Així doncs, vaig evocar la xocolata al marbre però no tota, aproximadament unes tres quartes parts del total disponible. Després d'escampar-la pel marbre i tornar a comprovar la temperatura, aquesta era de 24°C. Amb la xocolata a aquesta temperatura, la vaig tornar a posar al bol

amb la resta de la xocolata, que seguia al voltant dels 39°. Quan aquestes dues xocolata van entrar en contacte amb diferents temperatures, es va produir un intercanviar de calor i la temperatura final va ser de 32°C. Aquesta temperatura va assegurar una bona cristal·lització de la mantega de cacau, cosa que es pot copsar amb la imatge següent, on hi ha la xocolata que vaig treure al principi sense temperar al costat d'una mostra de la xocolata temperada:

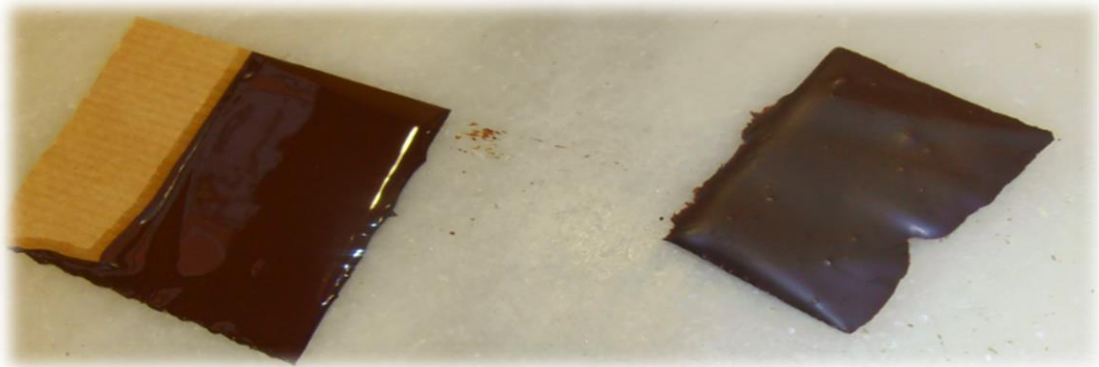


Figura 8.12 Xocolata sense temperar i xocolata temperada

La mostra que queda a l'esquerra és la xocolata no temperada, que durant tot el temps que havia estat fent el temperament de la xocolata, encara no s'havia solidificat. En canvi, la mostra de la dreta és la xocolata temperada que va solidificar amb pocs minuts. Amb la xocolata temperada, l'última cosa que vaig fer va ser deixar que es solidifiqués del tot, cosa que en qüestió de cinc minuts ja va estar. Finalment la vaig tallar en porcions. El resultat final és el que s'aprecia en la següent fotografia:

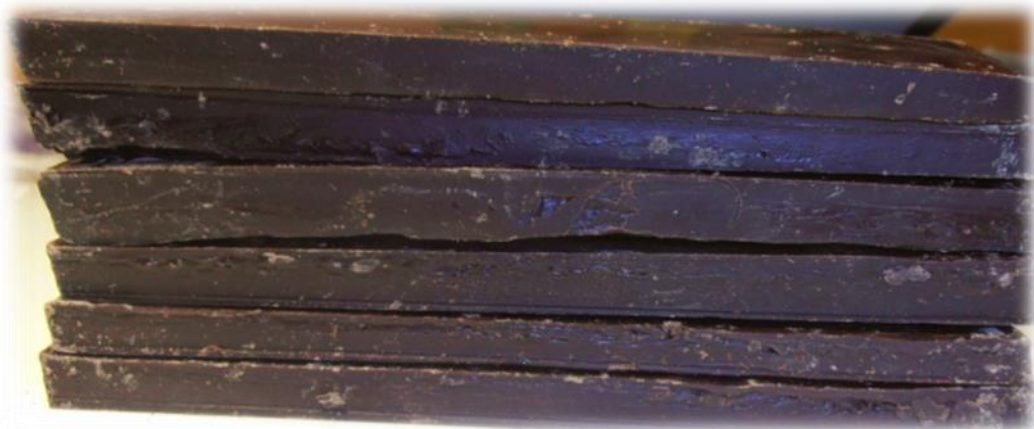


Figura 8.12 Porcions de xocolata resultants

9. Propietats nutricionals de la xocolata blanca, la xocolata amb llet i la xocolata negra

En aquest apartat es relacionaran els nutrients de la xocolata amb els efectes que tenen sobre el nostre organisme. A continuació es presenta una taula que relaciona la composició en macronutrients i micronutrients del cacau, la xocolata blanca, la xocolata amb llet i la xocolata negra.

Continguts per 100 g	Cacau en pols sense grassa (matèria prima)	Xocolata negra	Xocolata amb llet	Xocolata Blanca
Energia	255 kcal	449-534 kcal	511-542 kcal	529 kcal
Proteïnes	23 g	4.2-7.8 g	6.1-9.2 g	8 g
H. de Carboni	16 g	47-65 g	54.1-60 g	58.3 g
Midó	13 g	3.1 g	1.1 g	
Sucres	3 g	50.1-60	54.1-56.9	58.3
Fibra	23 g	5.9-9 g	1.8 g	
Grasses	11 g	24-26 g	30-31.8 g	33.9 g
Grasses saturades	6.5 g	15.1-16.2 g	17.6-19.9 g	22.2
G. monoinsaturada	3.6 g	8.1-10 g	9.6-10.7 g	9.9 g
G. poliinsaturada	0.3 g	0.7-1.2 g	1.0-1.2 g	1.1 g
Sodi	0.2 g	0.02-0.08 g	0.06-0.12 g	0.11 g
Potassi	2 g	0.4 g	0.34-0.47 g	0.35
Calci	150 mg	35-63 mg	190-214 mg	270 mg
Fòsfor	600 mg	167-287 mg	199-242 mg	230
Ferro	20 mg	2.2-3.2 mg	0.8-2.3 mg	0.2 mg
Magnesi	500 mg	100-113 mg	45-86 mg	26 mg
Zinc	9 mg	1.4-2.0 mg	0.2-0.9 mg	0.9 mg
Vitamina A	3 UL	3 UL	150-165 UL	180 UL
Vitamina E	1 mg	0.25-0.3 mg	0.4-0.6 mg	1.14 mg
Vitamina B1	0.37 mg	0.04-0.07 mg	0.05-0.1 mg	0.08 mg
Vitamina B6	0.16 mg	0.04-0.07 mg	0.05-0.11 mg	0.07 mg
Àcid Fòlic	38 micro gr	6-10 micro gr	5-10 micro gr	10 micro gr

Figura 9.1 Taula elaborada per *Chocolate Manufactures Association (CMA)*

Així doncs, a partir d'aquestes dades sobre la composició mitjana del cacau i dels diferents tipus de xocolata, realitzaré una comparativa nutricional de les tres classes de xocolata i de les seves aportacions en el nostre organisme.

9.1 Energia

L'energia és fonamental per mantenir la vida principalment per dos motius: en primer lloc perquè permet la constant renovació d'estructures corporals i en segon lloc perquè possibilita l'activitat física.

L'energia es subministra a l'organisme amb els aliments que s'ingereixen i s'obté a partir de l'oxidació dels hidrats de carboni, grasses, proteïnes... Cada aliment, un cop s'ha metabolitzat completament, aporta una quantitat d'energia determinada, l'anomenat valor energètic o valor calòric d'un aliment. Tots els ingredients subministren energia però en diferents quantitats, ja que depenen del seu contingut en macronutrients.

Valor mitjà de l'oxidació dels principals macronutrients

1 g de grassa	9kcal
1 g de proteïna	4 kcal
1 g d'hidrats de carboni	3,75 kcal
1 g d'alcohol	7 kcal

Figura 9.2 Taula amb l'oxidació dels principals macronutrients

La xocolata, juntament amb les grasses, els olis i els fruits secs, és un dels principals aliments energètics. Com veiem en la taula, el cacau en pols sense grassa (255 kcal) és el que menys energia aporta. Això té una fàcil explicació ja que, com el seu nom indica i com hem vist en el procés d'elaboració, mitjançant el premsat se li ha extret la grassa, que és la que conté un gran valor energètic.

L'aportació energètica dels tres tipus de xocolata és molt similar, degut a una composició molt semblant tant en proteïnes, com en grasses i glúcids. No obstant això, la xocolata negra, al no contenir llet és la que mostra un valor enèrgic una mica inferior al de les altres dues.

9.2 Proteïnes

Les proteïnes¹ són els constituents principals de les cèl·lules i tenen varies funcions en el nostre organisme, les més importants de les quals són formar i reparar estructures corporals.

En els productes estudiats, el cacau i els tres tipus de xocolata, les proteïnes no són un nutrient gaire destacat ja que el seu contingut és força baix, excepte en el cacau com a matèria primera. A més, el valor i la qualitat proteica d'aquestes proteïnes són baixes perquè són d'origen vegetal i per tant tenen dèficit d'aminoàcids essencials.

Tot i que les aportacions de proteïnes dels tres tipus de xocolata són força semblants, la xocolata blanca i la xocolata amb llet presenten xifres lleugerament superiors a causa de la presència de proteïnes làctiques d'alt valor biològic.

9.3 Glúcids

Els glúcids, erròniament anomenats hidrats de carboni, són biomolècules orgàniques formades per C, O i H i de vegades N, S i P. Són les biomolècules més abundants en els ésser vius i tenen com a funció principal aportar energia tot i que també tenen una funció estructural. Hi ha dos tipus de glúcids en els aliments: els monosacàrids i disacàrids, o sucres simples, com la sacarosa (el què coneixem com a sucre), i els polisacàrids com ara el midó.

Si el cacau s'utilitza com a matèria primera, hi ha una quantitat casi inapreciable de sacarosa, és a dir, de sucre. Aquesta és la causa del seu gust amargant abans de realitzar-se tot el procés d'elaboració. El cacau sense grassa és, doncs, el producte amb menys quantitat de sucre per cada 100 g en referència als tipus de xocolata. No obstant això, dels productes que s'han comparat és el que més midó té. Tenint en compte que el midó és el glúcid de reserva energètica per excel·lència de les cèl·lules animals, és del tot lògic que la llavors de cacau triturada presenti el valor més elevat de midó.

Fixant-nos ja en les xocolates, l'aportació de glúcids és molt superior a la del cacau com a matèria primera. L'explicació del fet que la quantitat de glúcids hagi augmentat de manera més que considerable és perquè el sucre és

un dels ingredients bàsics per a la fabricació de la xocolata. Així doncs, podem observar en la taula que la sacarosa, o sucre, comporta quasi la totalitat dels glúcids dels tres tipus de xocolata. En la xocolata amb llet i la xocolata negra, hi ha una part molt petita dels glúcids conformada pel midó, que ha quedat pràcticament reduït a causa de la mescla d'altres substàncies. També podem apreciar que el contingut en midó de la xocolata blanca és 0 ja que la xocolata blanca no està feta a base de cacau, per tant, no hi resta cap residu del midó vegetal propi de la llavor del cacau.



Figura 9.3 El sucre, un dels ingredients de la xocolata

9.4 Grasses

Les grasses o lípids² són un grup de biomolècules molt heterogènies que tenen com a funció principal l'aportació d'energia a l'organisme, ja que és la biomolècula que quan s'oxida dóna més energia, en concret 9kcal/g.

En el cacau en pols utilitzat com a matèria primera es registra el valor més baix en grasses, un total d'11 g respecte els 30 g aproximats de mitjana que representen les tres varietats de xocolata. Una cosa en comú que tenen tant el cacau en pols, com la xocolata blanca, la negra i la que conté llet és la heterogeneïtat que presenten respecte els tipus de grassa que contenen. Si bé, però, la grassa present en menys quantitat és la poliinsaturada amb un percentatge d'entre el 0,7 i el 1,1%. La grassa monoinsaturada és la que es troba en una quantitat mitjana del 15,1 al 18,2% segons el tipus de xocolata i finalment, la grassa present en més quantitat és la saturada, la més perjudicial per a la salut es troba entre un 15,1 i un 19,9% segons el tipus de xocolata. Ens referim a la grassa saturada com a la més perjudicial perquè augmenta el nivell de colesterol³ a la sang.



Figura 9.4 Mantega de cacau, la principal font de grasses de la xocolata

Tot i que la mitjana de grassa entre els tres tipus de xocolata estigui en els 30 g, la que conté menys grassa és la xocolata negra i per contra, la que en conté més és la xocolata blanca.

9.5 Fibra

La fibra és una part vegetal de les plantes comestibles formada per un conjunt de compostos químics de naturalesa heterogènia com ara la cel·lulosa i altres substàncies relacionades amb els glúcids com ara polisacàrids i oligosacàrids. En una dieta, la fibra és un component que té una important funció reguladora de la mecànica digestiva i també prevé certes malalties degeneratives.

En el cacau en pols es mostren quantitats apreciables de fibra dietètica, tant soluble com insoluble. Aquestes quantitats es dilueixen durant el procés de fabricació de la xocolata, cosa que comporta que al final siguin molt poc significatives en els productes acabats. En la xocolata blanca, tal i com passa amb el midó, no hi ha fibra dietètica ja que aquesta es troba en les llavors de cacau triturades, les quals no es requereixen per elaborar xocolata blanca.

9.6 Minerals

Són un grup de nutrients que no subministren energia a l'organisme però que realitzen funcions reguladores, funcions plàstiques, ja que formen part de l'estructura de molts teixits i també constitueixen dents i ossos, controlen els líquids extra i intracel·lulars i formen part d'enzims i hormones.

Podem dividir els minerals en dos grans grups: els macrominerals, que són el calci, el fòsfor, el magnesi, el potassi, el sodi i el clor, i que són els que han de ser aportats en major quantitat per la dieta i que es troben en major quantitat als teixits corporals, i els microminerals o elements traça, que no es necessiten amb tanta quantitat com ara el ferro, el zinc, el iode, el coure, etc.

El cacau i la xocolata contenen un gran nombre de minerals. Els macrominerals que conté el cacau i els seus derivats són el sodi, el potassi, el calci, el fòsfor i el magnesi i els microminerals són el ferro i el zinc. Si

s'observa la taula, veiem que tots els minerals (excepte el calci) es troben en major quantitat al cacau en pols com a matèria primera que en les diferents variants de xocolata. Això és perquè aquests minerals són propis de la llavor del cacau i durant el procés d'elaboració, al barrejar-se amb els altres ingredients es redueixen. El calci és l'únic mineral que es troba en quantitat superior en les xocolates blanca i amb llet amb referència a la matèria primera. Aquest fet és degut a l'aportació de llet a l'hora de fer la xocolata, cosa que produeix un augment en la quantitat de calci.

El fet que hi hagi més quantitat de potassi que de sodi tant en el cacau com en tots els seus derivats, és un aspecte molt beneficiós. Amb la dieta occidental actual on s'afegeix sal a tots els ingredients processats, estem ingerint molt més sodi del que seria convenient per tenir una bona salut. Les glàndules de producció d'hormones i el sistema renal estan dissenyats per conservar aigua i sodi i per expulsar el potassi, és a dir, l'organisme està preparat per una ingesta relativament alta de potassi i la operació de moltes funcions cel·lulars del cos es mantenen per un delicat equilibri entre el sodi i potassi. Per tant, per conservar aquest equilibri, s'ha d'evitar afegir massa sal a la dieta, ja que si la quantitat de sodi és excessiva, es necessitarà augmentar també la quantitat de potassi. Així doncs, el potassi i el sodi d'alguna manera formen un equip que normalitza el sistema muscular i regulen l'equilibri líquid del cos.

Tornant al calci, com ja hem dit, aquest mineral és més abundant en la xocolata amb llet i sobretot en la xocolata blanca degut a l'aportació de la llet. El calci és el mineral que es troba en major quantitat en l'organisme, principalment en ossos i dents. Té una gran importància en el manteniment del teixit ossi, és fonamental pel creixement i intervé també, tot i que en petites proporcions, a mantenir l'activitat neuromuscular i a regular la permeabilitat de les membranes cel·lulars.



Figura 9.5 La llet com a font de vitamina A a la xocolata blanca i a la xocolata amb llet

El cacau i la xocolata també són una excel·lent font de magnesi, de fet, te vuit cops més magnesi que el pa integral. El magnesi molts cops treballa amb el calci regulant la quantitat d'aquest que entra en les cèl·lules i és necessari per la prevenció de la osteoporosis. A part té altres funcions com per exemple actuar de cofactor en molts enzims i, participar en l'activitat neuromuscular. A més, el magnesi és l'encarregat d'alleugerir el símptomes premenstruals.

Un altre mineral en el qual la xocolata, sobretot la negra, és molt rica és el ferro i és que segons el Ministeri d'Agricultura, Pesca i Nutrició, el cacau és el vegetal que en conté més. El ferro és imprescindible pel metabolisme de moltes cèl·lules i forma part de l'hemoglobina de la sang, que participa en el transport d'oxigen. La negra és la més rica en ferro perquè és la que té més cacau i és en la llavor d'aquest on augmenta la concentració de ferro. Per això en la xocolata blanca, al no contenir cacau, tant sols hi ha 0,2 mg de ferro.

La xocolata també conté una quantitat important de fòsfor, de fet, ocupa el tercer lloc en quant a quantitat de minerals. El fòsfor és utilitzat per transportar i emmagatzemar energia i és clau en el metabolisme, a part de ser present en molècules de DNA i RNA.

Finalment, el zinc és el mineral, que es troba en menys quantitat, que forma part d'un gran número d'enzims, que és fonamental pel creixement i també pel manteniment del gust i, per tant, també de la gana.

9.7 Vitamines

Les vitamines són micronutrients necessaris per possibilitar la transformació dels aliments en energia i en estructures corporals. La majoria són precursors de coenzims i regulen els enzims durant el metabolisme.

L'aportació vitamínica del cacau és menys rellevant de la dels minerals. Com en el cas dels minerals, els cinc tipus de vitamines que hi ha es troben en quantitats més elevades al cacau en pols, ja que després amb el procés d'elaboració es van reduint per l'aportació d'altres substàncies. Hi torna a haver però, una excepció: la vitamina A, la quantitat de la qual en la xocolata blanca i en la xocolata amb llet és molt superior que en la seva

matèria primera. Això torna a ser gràcies a l'aportació de llet, rica en vitamina A. Aquesta vitamina és essencial per a la visió i per mantenir la pell i els teixits superficials sans.

A part d'això, respecte a les vitamines cal destacar també el fet que la xocolata aportí àcid fòlic, una vitamina hidrosoluble que fa funcions relacionades amb la metilació (adició d'un grup metil -CH₃) en les cèl·lules en general i en especial aquelles que es troben en fase de divisió.

9.8 Altres nutrients

El grup d'aliments format pel cacau i els seus derivats són també una font extraordinària de polifenols. Els polifenols són un grup de substàncies químiques caracteritzades per contenir més d'un grup fenol per molècula i que actuen com a antioxidants naturals. Els antioxidants són unes molècules capaces de reduir la velocitat del procés d'envelliment i de prevenir el càncer i altres malalties coronàries. Ja fa temps que es coneixia el poder antioxidant del vi però la sorpresa va ser quan es va determinar que 40 g de xocolata amb llet podien contenir la mateixa quantitat d'antioxidants que un got de vi negre. Aquests mateixos antioxidants que tenen un efecte favorable en la nostra salut són els que permeten en part que la grassa de la pròpia xocolata no es torni rànica ni que es conservi durant llargs períodes de temps.

Finalment, una de les altes substàncies que proclamen la xocolata com un aliment altament recomanable per a la salut, sense excedir-nos en la seva ingesta, és la presència d'agents anticancerígens. Aquests són la catequina, un tipus de flavonoide, i l'àcid ferúlic. De la catequina s'ha descobert, a partir d'estudis realitzats amb animals, que protegeix contra la radiació gamma, que té un potencial capaç de danyar els cromosomes; que inhibeix la capacitat de determinats components del fum del tabac d'interactuar amb el DNA i que pot inhibir càncers de pell induïts químicament. Pel que fa l'àcid ferúlic, se sap que redueix els efectes secundaris de la quimioteràpia.



Figura 9.6 Xocolata i vi negre, grans fonts d'antioxidants

10. Propietats organolèptiques de la xocolata blanca, la xocolata amb llet i la xocolata negra

En aquest apartat del treball, explicaré les qualitats organolèptiques dels tres tipus diferents de xocolata. Abans de començar però, indicaré els ingredients que contenen les xocolates a estudiar segons els seus embolcalls. Les mostres són de marca blanca.

Xocolata blanca	Xocolata amb llet	Xocolata negra
Sucre Llet en pols Mantega de cacau Emulgent (lecitina de girasol) Aroma de vainilla	Sucre Llet sencera en pols Mantega de cacau Pasta de cacau Emulgent: lecitina de soja i aroma (30% de cacau mínim)	Pasta de cacau Sucre Mantega de cacau Emulgent: lecitina de soja (55% de cacau mínim)

10.1 Taula amb els ingredients de les xocolates

Les propietats organolèptiques d'una substància són el conjunt de descripcions de les característiques físiques de la matèria en general segons el que poden percebre els nostres sentits. Així doncs, a través de cada sentit obtindrem una informació determinada que ens ajudarà a descriure diferents propietats de mostra a estudiar, en aquest cas, la xocolata.

10.1 ANÀLISI VISUAL

L'anàlisi visual és aquell que fem a partir del sentit de la vista.

Per fer-lo, hem d'observar detingudament l'aspecte general de la rajola, si és brillant o mat, i com és presenta la superfície, si de forma llisa o rugosa. Amb la forma de la rajola podrem saber de quina manera es va fer el modelat, si en forma quadrada, rectangular o amb una altre forma i si porta el nom de la marca gravada. A més, amb l'anàlisi visual també podrem observar quin és el color de la xocolata i detectar si hi ha defectes com ara el *fat bloom*, bombolles d'aire o altres incorreccions.

Estudiant la mostra de xocolata blanca que es mostra a continuació poden determinar els següents punts:

a) Aspecte de la rajola: mat, és a dir, sense brillantor ni lluiror.

- b) Superfície: completament llisa el revers i rugosa a l'anvers per l'acció del motlle.
- c) Modelat: la forma de la rajola és rectangular i està dividida en altres rectangles més petits que presenten un relleu molt suau en forma de línies.
- d) Color de la rajola: groc
- e) Defectes: a l'anvers no es detecta cap defecte però al mirar el revers de la rajola s'observa que a causa de bombolles d'aire que es van formar durant el procés de fabricació hi ha petites parts de la superfície que estan lleugerament enfonsades respecte la resta de la superfície. Això es perquè les bombolles d'aire ocupaven aquest espai i al trencar-se han deixat aquest buit. Tot i així són espais molt petits que quasi no es detecten per l'objectiu de la càmera.



Figura 10.2 Fotografia de la rajola de xocolata blanca analitzada

Seguint amb la rajola de xocolata amb llet podem determinar els següents punts:

- a) Aspecte de la rajola: brillant
- b) Superfície: el revers és completament llis però l'anvers, degut a l'efecte del motlle, mostra variacions en el seu relleu.
- c) Modelat: la forma de la rajola és rectangular i està dividida en quadrats de 4 cm^2 de superfície aproximadament.
- d) Color: marró fluix
- e) Defectes: el seu revers mostra que durant la producció hi va haver bombolles d'aire. A més, en la fotografia es pot observar com imperfeccions en la superfície, però no són més que partícules disgregades de la rajola de xocolata.



Figura 10.3 Fotografia de la rajola de xocolata amb llet analitzada

Finalment, pel que fa a la xocolata negra podem determinar els punts següents:

- a) Aspecte de la rajola: brillant
- b) Superfície: el revers és llis però hi ha alguns defectes que provoquen certes irregularitats. L'anvers, a causa de l'efecte del motlle, mostra variacions en el relleu.
- c) Modelat: la forma de la rajola és rectangular i està dividida en quadrats de 4 cm^2 de superfície aproximadament.
- d) Color: marró fort
- e) Defectes: no hi ha presència de *fat bloom* però si mirem el revers de la rajola hi ha un defecte molt evident que és l'acció de les bombolles d'aire. En concret, hi ha quatre espais circulars en que es nota molt manca de xocolata i també es veuen altres espais més enfosquits i de forma també arrodonida on sembla que hi haguessin hagut bombolles d'aire però que després haguessin estat cobertes amb més xocolata.



Figura 10.4 Fotografia de la rajola de xocolata negra estudiada

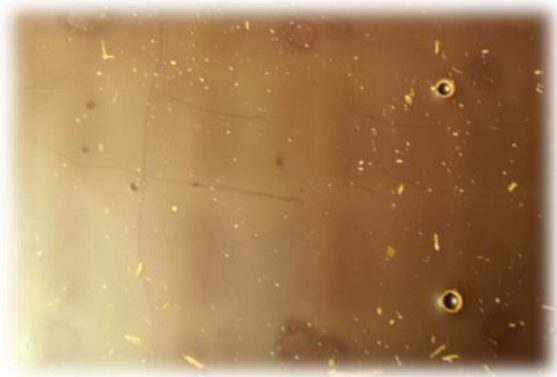


Figura 10.5 Fotografia del revers de la rajola de xocolata negra on es pot observar dos dels quatre forats originats per les bombolles d'aire.

10.2 ANÀLISI TÀCTIL

L'anàlisi tàctil és aquell que fem a través del tacte.

Per determinar la informació que podem obtenir mitjançant aquest sentit simplement hem de manipular amb les mans un tros de xocolata i escriure quines característiques en podem obtenir.

Al passar els dits per les superfícies de les xocolates, corroborarem que tenen un revers llis (menys en el cas de la xocolata negra on podem notar clarament les imperfeccions degut a les bombolles d'aire), i que tenen un envers amb relleu.

Amb la palpís dels dits podem trencar les rajoles de xocolata sense necessitat de fer gaire esforç. De les tres xocolates, la que es trenca amb més facilitat és la xocolata blanca. També podem determinar que cap de les tres xocolates és enganxifosa ni és dúctil, és a dir, no són modelables amb els dits.

10.3 ANÀLISI AUDITIU

L'anàlisi auditiu és aquell que fem a través del sentit de l'oïda.

Per fer-lo, s'acosta un tros de xocolata a l'orella, es parteix amb les mans i s'escolta el soroll que fa quan es trenca. Després, es posa un tros a la boca i és mastega ràpidament amb les dents per valorar com cruix.

Així doncs, després de fer el anàlisi auditiu en aquestes dues parts, podem determinar que:

a) A l'hora de trencar la xocolata amb les mans: tant la xocolata negra com la blanca i com la xocolata en llet, en ser trencades fan un soroll força notable de trencadís sec, com un espetec. De les tres xocolates, però, la que produeix aquest soroll de trencadís més fort es la xocolata negra.

b) A l'hora de mastegar la xocolata amb les dents: la xocolata negra és sens dubte la que produeix més soroll quan es mastega amb les dents. Produeix un espetec similar al de quan la trenquem amb les mans però amb una intensitat més baixa. Entre la xocolata blanca i la xocolata amb llet també hi ha una certa diferència: la xocolata blanca és la que costa menys de trencar per això l'espetec que produeix és inferior al de la xocolata blanca i per suposat, al de la negra.

Les principals conclusions que podem treure amb el anàlisi auditiu són que d'una banda, la xocolata està correctament temperada, ja que sinó aquest espetec o soroll sec no es produiria, i que, la temperatura ambient a la que s'ha fet l'experiment és adequada ja que no ha estovat la xocolata.

10.4 ANÀLISI OLFACTIU

L'anàlisi olfactiu és aquell que fem a través del sentit de l'olfacte.

Per fer aquest anàlisi i el gustatiu he comptat amb la col·laboració d'un expert xocolater que m'ha ajudat en la detecció d'aromes i de gustos.

A través de l'olfacte estudiem dos paràmetres: l'olfacció directa, que es fa apropant un tros de xocolata al nas i inspirant per reconèixer quines olors desprèn, i l'olfacció indirecta, que es fa quan ja tenim la xocolata a la boca mastegada i fosa, i les molècules més volàtils pugen fins al centre olfactiu del cervell a través del conducte nasofaringe, que és el que es coneix com a via retronasal.

	Xocolata blanca	Xocolata amb llet	Xocolata negra
Olfacció directa	Aroma dolç. Intensitat i persistència notable. Destaca una gran olor a làctic i a mantega de cacau. No hi ha olor a cacau.	Aroma que pot recordar a un toffe (sucre caramel·litzat). Un punt làctic menys intens que en la xocolata blanca. Més olor a cacau que en l'anterior.	La que té més olor a cacau, tot i que es nota que és de poca qualitat. No recorda fortament a res, només a notes molt llunyanes de fruits vermells.
Olfacció indirecta	L'olor a mantega de cacau es fa més persistent.	L'olor a cacau augmenta. Es mantenen les propietats de la olfacció directa.	S'intensifica l'olor a cacau.

10.6 Taula que mostra els resultats de l'anàlisi olfactiu

En cap cas es detecta olor a ranci o a floridura, cosa que assenyalaria una mala conservació de la xocolata.

10.5 ANÀLISI GUSTATIU

L'anàlisi gustatiu és aquell que fem a partir del sentit del gust. Perquè aquest anàlisi es desenvolupi correctament, s'ha de fer de la següent manera: ens posem la xocolata a la boca, la triturem i la pressionem suaument entre la llengua i el paladar perquè la xocolata augmenti de temperatura i es comenci a fondre, cosa que ajudarà a les papil·les gustatives reconèixer sensacions. Un cop fosa, la repartim per tota la llengua perquè les papil·les puguin reconèixer i examinar-ne totes les característiques. Així doncs, amb tot això podrem determinar els diferents sabors que percebem, la relació entre ells o la persistència d'aquests un cop empassada la xocolata. La llengua fa també en aquest procés un anàlisi tàctil ja que percebrà si la xocolata és més o menys enganxosa, la seva cremositat o si triga molt a fondre's.

Anàlisi gustatiu de la xocolata blanca: gust a llet amb pols, sense cap altre matís com ara a caramel·litzat. Té una textura fundent en la boca. Deixa un regust intens. Al empassar-la, com que té un accés de sucre es pot notar com, tot i que de manera molt lleugera, rasca la gola. És per tant una xocolata arenosa tot i ser molt cremosa. És la més dolça de les tres.

Anàlisi gustatiu de la xocolata amb llet: embafadora, és a dir, molt dolça o greixosa, que costa de fondre. És més persistent, el gust es percep durant més estona. Tot i que en menor manera que l'anterior, també es nota el sucre en fer-la baixar per la gola. És lleugerament més àcida que l'anterior.

Anàlisi gustatiu de la xocolata negra: de les tres és la menys arenosa. Això es molt probablement, perquè ha estat més refinada que les altres i que per tant, s'ha reduït molt més la mida del sucre, ja que aquest ja no rasca al baixar per la gola. Pot recordar molt llunyanament a una nota torrada de cafè. És la més àcida de les tres mostres i també la més amarga.

11. Propietats físiques de la xocolata blanca, la xocolata amb llet i la xocolata negra

11.1 PUNT DE FUSIÓ

El punt de fusió d'una substància és la temperatura a la qual aquesta comença a canviar el seu estat de sòlid a líquid.

Per calcular el punt de fusió de la xocolata vaig idear un sistema, que constava d'un escalfador sobre del qual hi havia una olla que contenia aigua i tres vasos de precipitats, cadascun amb 50 grams d'un dels tipus de xocolata estudiats. Per a cada vas de precipitat hi havia un termòmetre que estava en contacte amb la xocolata per tal de saber la temperatura a la qual aquesta es trobava.

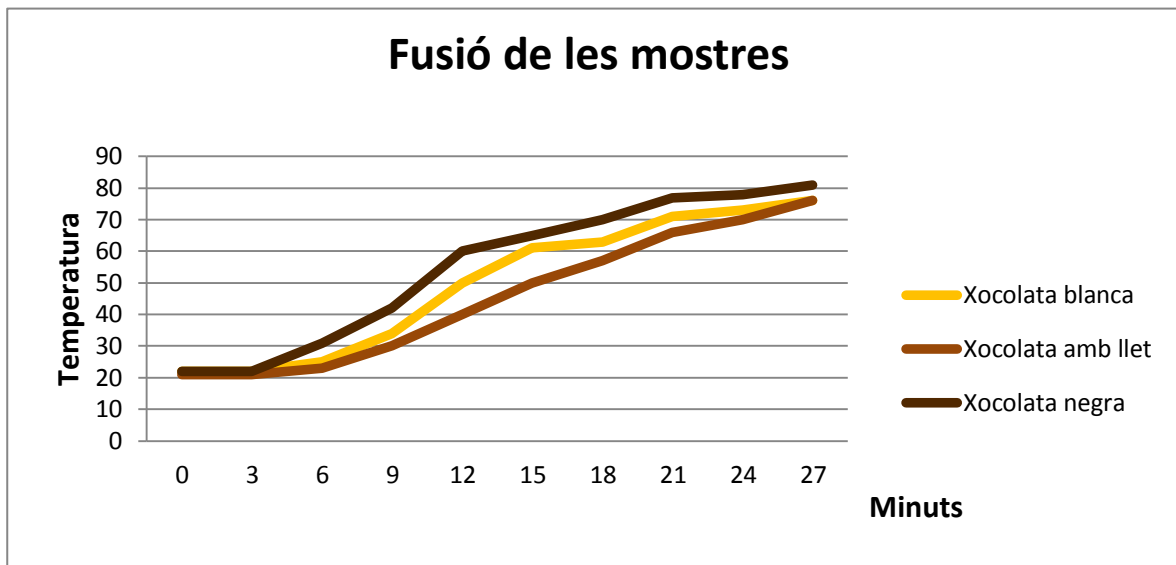


Figura 11.1 Fotografia del sistema per determinar el punt de fusió

El procediment que vaig seguir per obtenir resultats va ser:

1. Abans d'engegar l'escalfador, prendre nota de la temperatura inicial de les mostres, que estaven es estat sòlid
2. Engregar l'escalfador i a partir d'aquell moment, cada 3 minuts anotar quina temperatura tenia cada tipus de xocolata
3. Anotar a partir de quina temperatura es començava a fondre i quin era l'aspecte que presentava.

Per interpretar els resultats, presento a continuació una gràfica que representa l'evolució de la temperatura de les mostres respecte el temps:



Les anotacions que vaig fer durant l'experiment van ser els següents:

- La xocolata no té cap punt de fusió definit, a uns 35°C les tres mostres es comencen a fondre però no és fins aproximadament als 60°C que estan foses del tot
- La primera que es fon completament és la xocolata negra, seguida per la blanca i finalment la xocolata amb llet
- L'aspecte que presenten les xocolates un cop foses són diferents entre ells: la xocolata negra es presenta uniforme, sense grumolls, amb una aparença més viscosa; la xocolata amb llet i la xocolata blanca en canvi, no presenten un aspecte uniforme sinó que tenen grumolls i es poden apreciar irregularitats.



Figura 11.2 Aspecte que mostraven les mostres un cop foses

A partir d'aquesta experiència observem que cap de les xocolates no tenen un punt de fusió definit, a uns 35°C es comencen a estovar i entre els 60°C i els 70°C ja estan foses. Com que no tenen un punt de fusió clar podem deduir que les tres mostres de xocolates són barreges, ja que si fossin una substància pura tindríem un punt de fusió definit.

Si observem que la xocolata negra és la que es fon abans que les altres dues mostres, podem interpretar que és més bona conductora de la calor. Això és perquè conté menys quantitat de grassa que la xocolata blanca i la xocolata amb llet.

11.2 CONDUCTIVITAT ELÈCTRICA

La conductivitat elèctrica mesura la capacitat d'un material a l'hora de deixar passar el corrent elèctric, és a dir, mesura la seva aptitud per deixar circular lliurement les càrregues elèctriques.

Per veure si la xocolata conduïa o no l'electricitat vaig fer servir un tèster.

Perquè el tèster detectés algun valor, s'havia de marcar en aquest cas que detectés el mínim d'activitat possible, és a dir, els resultats que mostraré a continuació estan expressats en mV (milivolts).

Valors màxims obtinguts:

Xocolata negra: 53 mV

Aquest valor es va obtenir punxant i pressionant la xocolata amb la vareta del tèster, però si es deixava la vareta en un lloc fix i proper a la superfície, els valors oscil·laven entre 0,02 i 0,04 mV.

Xocolata amb llet: 15 mV

Xocolata blanca: 0,08 mV



Figura 11.3 Tèster utilitzat per mesurar la conductivitat elèctrica

La xocolata negra és de les tres la que més condueix l'electricitat. Els minerals, com per exemple el ferro, són propis de la llavor del cacau i és per això que en la xocolata negra, al contenir més quantitat de pasta de cacau, condueix més l'electricitat.

La xocolata blanca, com que no té grans de cacau pròpiament dits i està formada principalment per grasses, que són completament aïllants, no supera en cap cas 1 mV.

La xocolata amb llet és la mostra amb valors intermedis ja que sí que conté pasta de cacau tot i que en menor quantitat que la negra.

11.3 DENSITAT, FLOTACIÓ I MULLABILITAT DE LA XOCOLATA

La densitat és la quantitat de matèria que hi ha per unitat de volum en un cos. Aquesta mesura és directament proporcional al valor de la massa i inversament proporcional al volum del cos.

Per calcular la densitat de les tres mostres de xocolata vaig utilitzar la fórmula física de la densitat:

$$\rho = \frac{\text{massa}}{\text{volum}} = \frac{m}{V}$$

El procediment que vaig seguir per calcular la densitat va ser el següent:

1. Amb l'ajuda d'una balança digital obtenir 5 grams de xocolata blanca
2. Omplir una proveta de 100 ml de capacitat fins a 50 ml
3. Posar els 4 grams de xocolata blanca a la proveta
4. Calcular la variació del volum
5. Repetir la operació tres cops per tal de reduir el marge d'error
6. Trobar la densitat tot aplicant la fórmula expressada anteriorment
7. Fer la mitjana de les tres densitats
8. Realitzar la mateixa operació per la xocolata negra i la xocolata amb llet

Resultats obtinguts:

Tipus de xocolata	1r mesura	2a mesura	3a mesura	Densitat mitjana
Xocolata blanca	1,25 g/ml	1,11 g/ml	1,25 g/ml	1,20 g/ml
Xocolata amb llet	1,25 g/ml	1,25 g/ml	1,25 g/ml	1,25 g/ml
Xocolata negra	1,25 g/ml	1,42 g/ml	1,42 g/ml	1,36 g/ml

Observem que totes les xocolates presenten una densitat superior a 1 g/ml, tot i que varien en un marge de 0,16 g/ml. La xocolata que té més densitat és la negra mentre que la xocolata blanca és la menys densa. Com que sabem que el sucre i la pols de cacau són més densos que l'aigua, i que en canvi, la mantega de cacau ho és menys, podem raonar el perquè d'aquests resultats: la xocolata negra és la que conté més percentatge de cacau, mentre que la xocolata blanca és la que conté més percentatge de

mantega de cacau. La densitat de la xocolata amb llet presenta el valor intermedi respecte les altres dues. Això és perquè aquesta conté pasta de cacau a l'hora que també presenta un percentatge de mantega de cacau elevat.

Així doncs, com que els tres tipus de xocolata presenten una densitat més gran que l'aigua (1 g/ml), s'enfonsen en aquesta. És per això que podem establir que la flotació de la xocolata en l'aigua es nul·la.

No obstant això, si en comptes de submergir una porció de xocolata en aigua ho fem en aigua amb gas, es dona un fenomen molt curiós. Per dur a terme aquest experiment, vaig omplir $\frac{3}{4}$ parts d'un got amb aigua amb gas. Després li vaig posar un fragment de xocolata d'un 5 grams aproximadament.



Figura 11.4 Porció gran de xocolata amb aigua en gas

Tal i com es veu en la fotografia, aquesta xocolata queda recoberta per gas però segueix restant al fons del got, sense flotar.

Ara bé, si trenquem en porcions més petites el mateix tros de xocolata i la posem a l'aigua en gas, observem com primer les porcions s'enfonsen per densitat però després al recobrir-se per gas pugen cap a la superfície:



Figura 11.5 Porcions petites de xocolata en aigua en gas

Aquest fenomen succeeix perquè quan la xocolata es recobreix de gas per tota la superfície, la densitat aparent del conjunt xocolata-gas es fa més petita que la de l'aigua i per tant, els trossos de xocolata pugen cap a la superfície. Quan hi arriben, desprenen el gas a l'atmosfera i la xocolata torna a baixar. Aquest procés es va repetint fins que l'aigua es queda sense gas.

Aquest procés només es dona en trossos petits perquè és quan existeix una proporció de superfície i volum més alta.

Una altra cosa que es pot deduir d'aquestes proves amb aigua és que al treure les mostres de xocolata de l'aigua es pot observar que no en retenen pràcticament cap gota, és a dir, no es mullen gens bé. Amb això podem determinar que tenen superfícies molt hidrofòbiques, és a dir, que repel·leixen l'aigua i no es barregen amb aquesta. En canvi, la superfície de les mostres sí que retenia el gas, quan s'ha fet l'experiment amb aigua amb gas, així que podem determinar que les xocolates eren mullades per gas.

11.4 DURESA

En mineralogia, la duresa es defineix com el grau de resistència d'un material a ser ratllat. Amb la xocolata doncs, no podem parlar de duresa com aquesta definició ja que no es cap mineral, però si que podem parlar de duresa com el conjunt de propietats mecàniques dels materials sòlids que no tenen definició científica però que, en certa manera, indiquen la resistència que oposen a la deformació o a ésser ratllats.

Per mesurar la duresa de les diferents mostres de xocolata ho faré seguint la taula de valors per la duresa de Mohs¹, que mesura la resistència dels materials a ser rallats amb valors de l'1 al 10.

Per determinar la duresa de la xocolata, vaig provar de marcar un drap de roba amb els diferents tipus de xocolata i les tres van marcar-lo, tot i que la xocolata blanca no es pot apreciar gaire bé perquè el drap era blanc. Així doncs, podem determinar que les tres mostres són molt toves i els hi podem atorgar el nivell 1 de la taula de Mohs, ja que com el talc, marquen la roba. No existeix diferència de duresa entre els tres tipus estudiats de xocolata.



Figura 11.6 Les tres mostres de xocolata amb la ratlla que deixaven al drap

11.5 SOLUBILITAT

La solubilitat és una propietat física que indica la capacitat d'una determinada substància, el solut, perquè sigui dissolta en un determinat medi, el dissolvent.

Per determinar la solubilitat de les mostres, el procés que vaig seguir va ser el següent:

1. Tallar trossos molt petits dels tres tipus de xocolata
2. Amb pinces, posar cadascun dels trossos en un tub d'assaig diferent
3. Utilitzant una campana d'extracció, afegir en cada tub d'assaig 5 ml d'un determinat dissolvent amb una pipeta de 5 ml
4. Després de sacsejar una determinada estona la mostra, observar el resultat

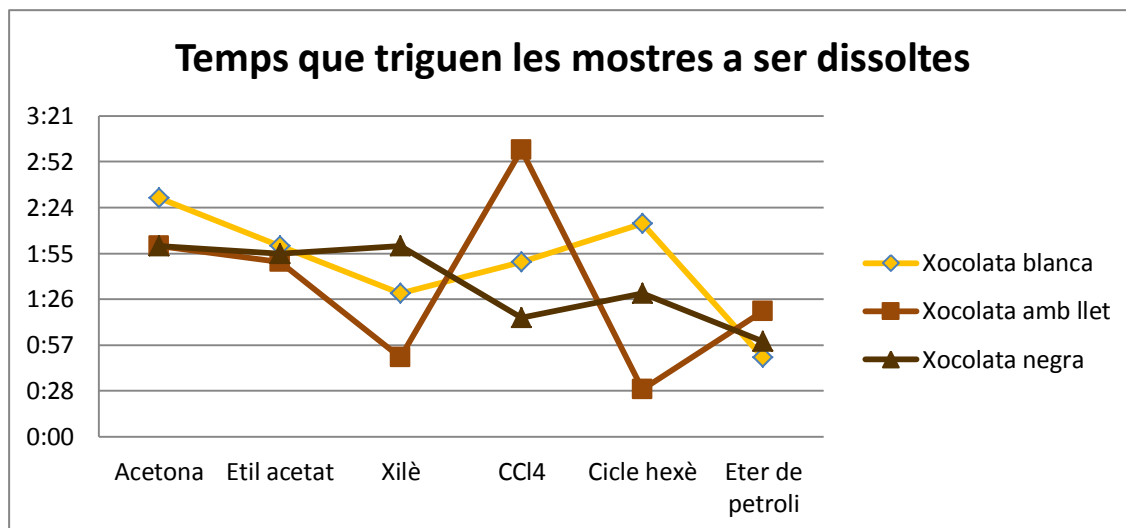
Els dissolvents utilitzats els vaig dividir en dissolvents orgànics (constituïts bàsicament per àtoms de carboni (C) i d'hidrogen (H), units entre si) i en dissolvents inorgànics (no constituïts bàsicament per àtoms de carboni i d'hidrogen entre si). D'inorgànics, només en vaig utilitzar un:

Nom	Fórmula	Constant dielèctrica	Densitat (g/ml)
Aigua	H ₂ O	82	1

Pel que fa als dissolvents orgànics, en vaig utilitzar vuit:

Nom	Fórmula	Constant dielèctrica	Densitat (g/ml)
Metanol	CH ₃ -OH	33	0,791
Etanol(alcohol etílic)	CH ₃ -CH ₂ -OH	24	0,789
Xilè	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	2,57	0,86
Acetona	CH ₃ -C(=O)-CH ₃	20,7	0,786
Tetraclorur de carboni	CCl ₄	2,24	1,59
Cicle hexè	C ₆ H ₁₀	2,02	0,81
Èter de petroli	Barreja d'hidrocarburs	± 0,1	± 0,6
Etil acetat	CH ₃ -C(=O)-O-CH ₂ -CH ₃	6	0,894

A més, vaig calcular el temps que trigava cada dissolvent en dissoldre cada tipus de xocolata, i relacionant cada dissolvent segons la seva polaritat amb el temps que trigaven en dissoldre les xocolates, obtenim la següent gràfica:



L'aigua, el metanol i l'etanol no apareixen a la gràfica perquè cap d'aquests dissolvents va dissoldre la xocolata. En el metanol i etanol, després de sacsejar el tub d'assaig, la mostra es va disgregar una mica però en cap cas es va diluir.

En la resta de compostos, que són els que apareixen en la gràfica, quan aquests eren afegits amb la pipeta al tub d'assaig, les xocolates seguien sense diluir-se però sacsejant el tub d'assaig prèviament tapat amb paper de parafilm, la mostra començava a diluir-se.

Hem de relacionar aquests resultats amb la constant dielèctrica dels dissolvents. L'aigua, el metanol i l'etanol de constants dielèctriques 82, 33 i 24 respectivament, no dissolen en cap cas la xocolata. En canvi, per les constants dielèctriques que van de 0,1 fins a 20, els tres tipus de xocolates eren solubles. Amb això podem establir que la xocolata presenta molt poca polaritat i que per aquest motiu són solubles en dissolvents poc polars, mentre que en dissolvents polar no ho són.

Amb el gràfic intentava buscar si existia una relació amb la constant dielèctrica i el temps que trigaven a presentar-se completament dissolts, però no he trobat que es seguís cap patró. El que destaca és que l'etil acetat dissol en un temps molt semblant els tres tipus de xocolata. També veiem un pic

que sobresurt de la resta de manera destacada pel que fa al tetraclorur de carboni, que triga més de tres minuts a dissoldre la xocolata amb llet. Amb el gràfic veiem també que la xocolata amb llet, és de les tres, la que presenta el punt de més ràpida solubilitat en el cicle hexè. En la xocolata negra i la xocolata blanca, aquest punt de màxima solubilitat es dona en l'èter de petroli. A partir d'això podem concloure que dels tres tipus de xocolata, la xocolata amb llet és la menys hidròfoba.

11.6 VISCOSITAT

La viscositat d'una substància és la resistència que presenta aquesta a fluir.

La meua intenció per calcular la viscositat era seguir el següent procediment:

1. Posar 50 g de xocolata blanca en un vas de precipitats i deixar-lo a l'estufa a 40°C juntament amb un erlenmeyer i un embut
2. Quan l'estufa ha assolit aquesta temperatura, omplir de xocolata l'embut, col·locat sobre de l'erlenmeyer, fins a un determinat punt prèviament marcat amb un retolador
3. Calcular el temps que trigava en buidar-se l'embut
4. Fer el mateix amb la xocolata blanca a 60°C, 80°C i 100°
5. Repetir tot el procediment amb la xocolata amb llet i la xocolata negra

Cal dir però que aquest experiment no va resultar eficaç, ja que segurament el tub de l'embut era massa petit i massa llarg, cosa que impedia que la xocolata a 40° i a 60° hi passés.

És per això que vaig haver d'idear un nou experiment en el qual vaig substituir l'embut per un tub de plàstic transparent de poc més de 2 cm de diàmetre. Amb l'ajuda d'un suport i dos braços, vaig col·locar aquest tub vertical per tal que al posar-hi les mostres de xocolata a diferents temperatures al seu interior, aquestes



Figura 11.7 Fotografia que mostra el tub i el sistema utilitzats per mesurar la viscositat de les mostres

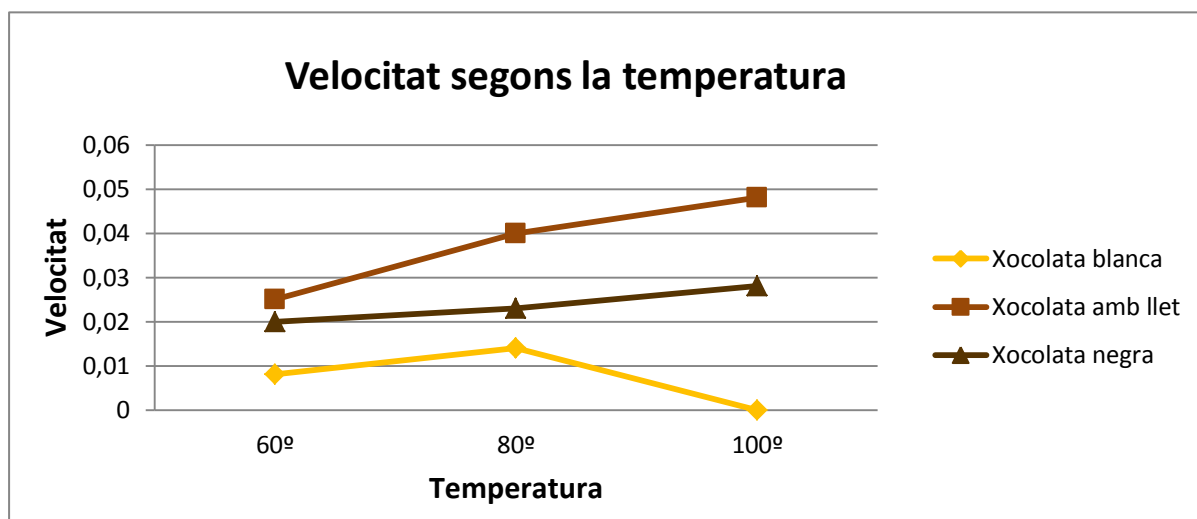
poguessin lliscar pel tub i pogués tenir així un valor de referència amb què mesurar la viscositat.

En el tub hi havia una marca que senyalava que hi havia una distància de 5 cm respecte el final del tub, per poder tenir una referència a partir del temps que trigava la xocolata a recórrer aquests 5 cm i poder calcular així la velocitat.

Vaig fer l'experiment per totes a les xocolates a 40°, 60°, 80° i 100°, sempre dins de l'estufa.

A 40° graus cap de les tres xocolates era suficientment viscosa com per desplaçar-se a l'interior del tub i de seguida es solidificada just a l'entrada del tub.

A partir dels 60° però, les xocolates ja van començar a lliscar. El gràfic següent expressa els resultats:



La tendència de les mostres és augmentar la seva viscositat, que aquí he relacionat amb la velocitat, amb la temperatura. La xocolata amb llet és la més viscosa i és també la que experimenta un l'augment més gran de la velocitat al passar de 60° a 80°.

En la xocolata blanca destaca un fet: la velocitat augmenta als 80° però després en els 100° és nul·la quan just el normal seria que augmentés. No trobo cap explicació concloent per aquest fet però una opció possible seria que com que es va fer l'experiment amb una mostra que s'havia escalfat i refredat diferents cops, la grassa de la xocolata blanca hagués quedat afectada i per això no s'acabés de fondre totalment.

12. Comparació de les propietats organolèptiques de la xocolata amb un tast a cegues

Mostra

En aquest apartat exposaré els resultats obtinguts durant un tast a cegues de tres mostres de diferents tipus de xocolata: una de xocolata blanca, una de xocolata amb llet i una de xocolata negra. El tast es va realitzar a una mostra de 60 persones, fent una distinció entre grups d'edat i de sexes:

-20 persones d'edat compresa entre 10 i 16 anys

10 nois i 10 noies

-20 persones d'edat compresa entre 17 i 30 anys

10 homes i 10 dones

-20 persones majors de 30 anys

6 homes i 14 dones

Procediment

El tast es va fer en grups d'entre 7 i 10 persones cada tongada. Abans de repartir les mostres, es va fer una breu explicació de l'objectiu del tast, dels ítems que es valorarien i de com es puntuarien. Després, es va facilitar un mocador a cada participant perquè es tapessin els ulls i així evitar que veiessin l'aspecte de la mostra que prenen. Entre mostra i mostra, els participants feien un glop d'aigua per tal d'evitar confusions amb les mostres anteriors. Després de degustar cada mostra, les persones que realitzaven el tast anotaven les percepcions que tenien de cada ració de xocolata seguint els següents ítems i finalment, establien la numeració final.

EDAT:

SEXE:

	Mostra A	Mostra B	Mostra C
Quina té més aroma a xocolata?			
Quina és més dolça?			
Nivell <u>cremositat</u>			
Nivell arenositat			
Quina t'agrada més?			

VALORS: 1 → la que més

2 → situació intermèdia

3 → la que menys

Figura 12.1 Taula que havien d'omplir els participants de la mostra

L'ordre de les mostres va ser:

Mostra A → xocolata blanca

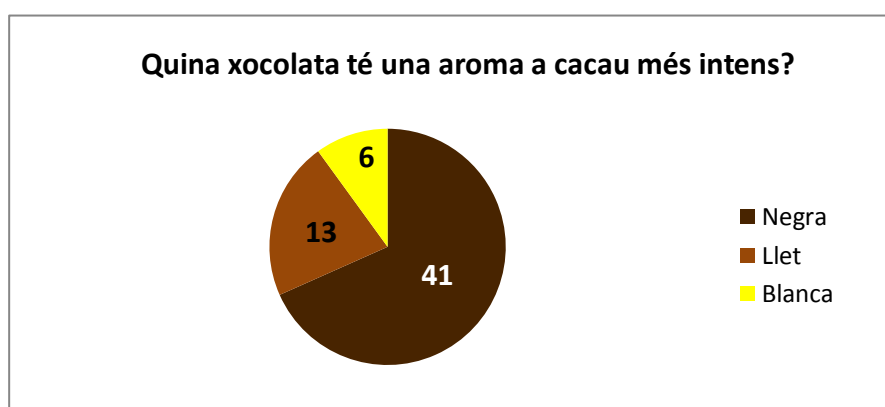
Mostra B → xocolata negra

Mostra C → xocolata amb llet

Així doncs, cada un dels cinc ítems (aroma, dolçor, cremositat, arenositat i preferència personal), quedaven marcats per un número de l'1 al 3. Per entendre exactament el sistema de valoració, després de provar les tres mostres, els participants comunicaven les seves opinions i establien per cada ítem el número 1, 2 i 3 corresponent a cada mostra. Per exemple, si a una persona la mostra que li havia agradat més era la A, en l'ítem del gust hi posava un 1, i si la que li havia agradat menys era la mostra C, omplia la casella amb un 3. La situació intermèdia era assenyalada amb el número 2.

A continuació, analitzaré amb gràfics d'un a un tots els ítems estudiats de la següent manera: primer amb un gràfic que mostrarà el recompte de valors màxims, és a dir, el número total de vegades que ha sortit el número 1, sense tenir en compte franges d'edat ni sexes. A continuació, hi haurà un gràfic que mostrarà una mitjana aritmètica dels valors obtinguts en cada franja d'edat i finalment, seguint amb la divisió per franges d'edat, hi haurà un gràfic que compara els resultats obtinguts en els dos sexes.

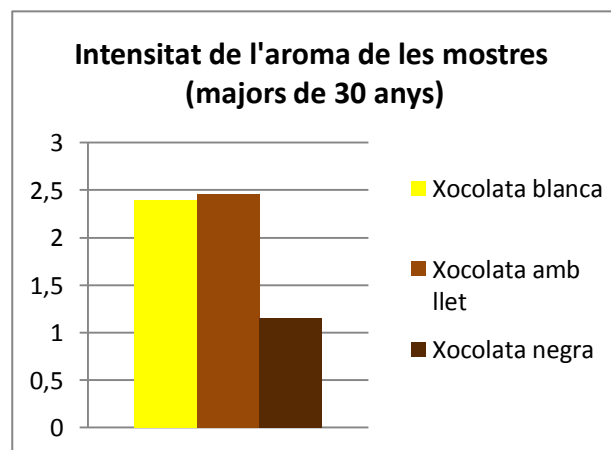
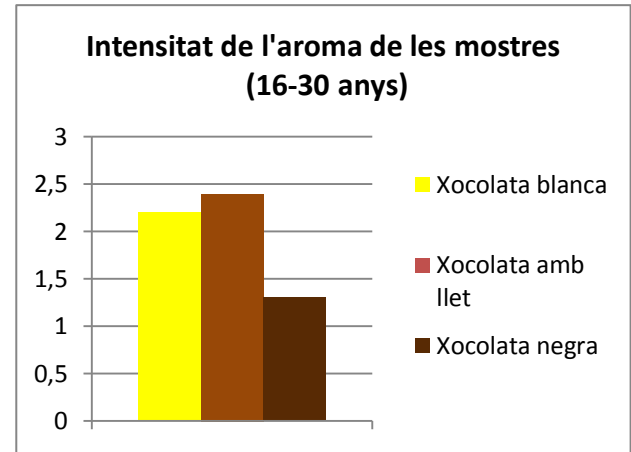
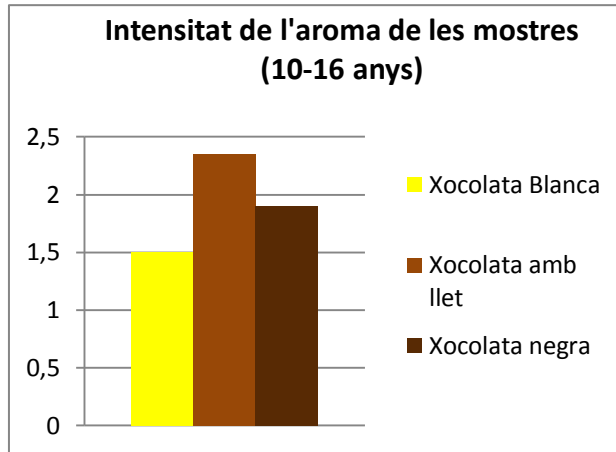
12.1 AROMA



Tal com mostra aquest gràfic general, veiem que 41 dels 60 participants de l'estudi, que representen un 68,3% del total, declaren que l'aroma a cacau més intens de les mostres és la que correspon a la xocolata negra. En detriment, la xocolata que està valorada com la que té menys

aroma a cacau és la blanca, ja que només un 10% ha considerat que aquest tipus fos la que tingués una olor més intensa.

Desglossant aquests resultats per grups d'edat obtenim els següents gràfics:



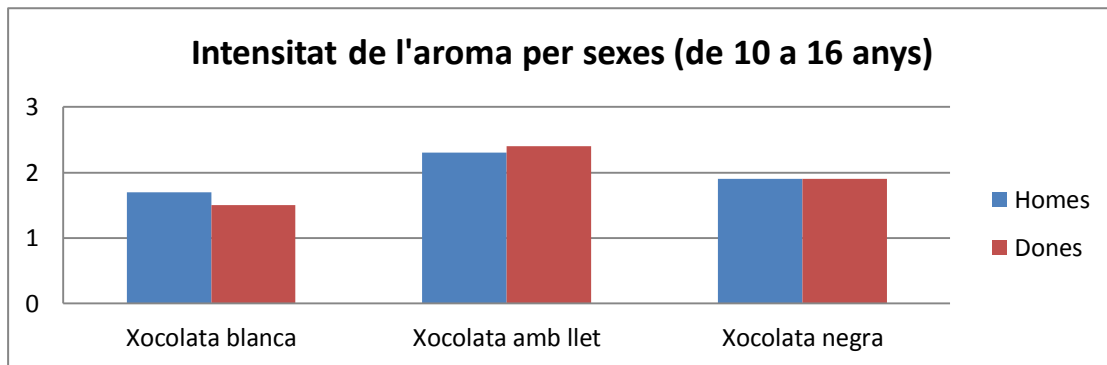
Com ja he explicat anteriorment, aquests gràfics estan fets a partir de la mitjana aritmètica dels resultats obtinguts per cada tipus de xocolata i en cada grup d'edat. Així doncs, i tenint en compte que el valor més proper a 1 serà el que es considera que té una intensitat més elevada, veiem que en el grup d'edat comprés entre els 10 i els 16 anys, la xocolata considerada com a més intensa és la xocolata blanca, amb un valor de 1,55.

Per contra, tant en el grup d'edat comprés entre els 17 i els 30 anys com en el grup de majors de 30 anys, és la xocolata negra que amb un 1,3 i un 1,15 respectivament, presenta un nivell d'intensitat més elevat que la resta. En aquests dos grups també es coincideix en què la xocolata amb menys

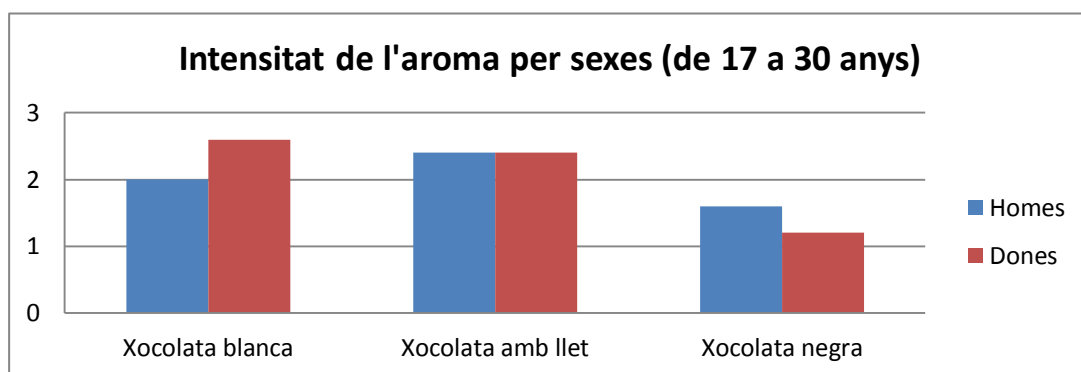
intensitat aromàtica és la que conté llet, tot i que per molt poca diferència respecte la blanca.

La xocolata amb llet en els tres cassos es troba en un valor d'intensitat aromàtica lleugerament inferior al 2,5. És per tant, la que menys s'associa amb l'olor del cacau.

Si a la distinció entre grups d'edats hi afegim també la distinció entre els dos sexes, obtenim els següents gràfics:

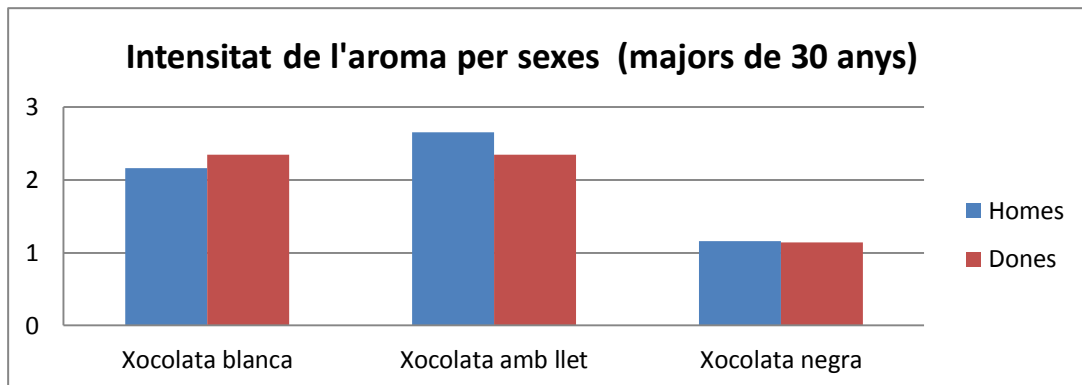


Entre les edats compreses entre 10 i 16 anys, les diferències en la percepció del nivell d'intensitat són molt escasses. On la diferència és més remarcable és en la xocolata blanca, que els nois consideren 0,2 punts menys intensa que les noies. Pel que fa la xocolata negra, el nivell d'intensitat coincideix tant en nois com en noies en 1,9.



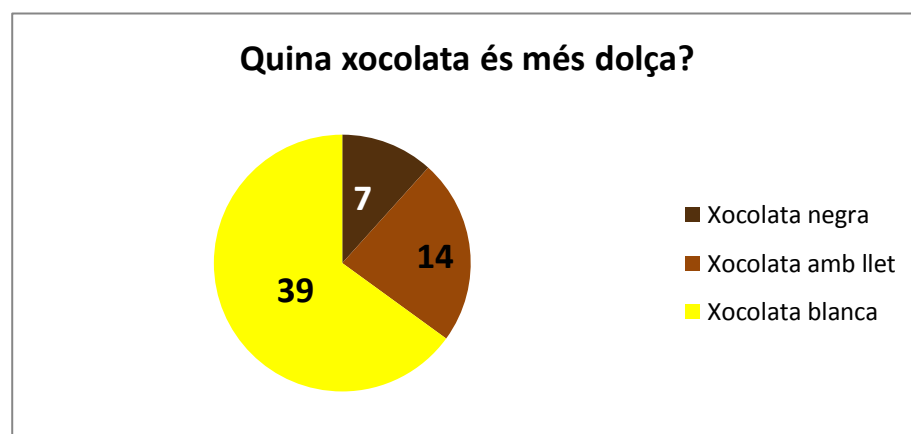
Entre les edats compreses entre 17 i 30 anys, el nivell d'intensitat que es manté igual entre els dos sexes és el de la xocolata amb llet, que té 2,4 punts.

La xocolata valorada com la que té més intensitat és en ambdós sexes la negra. Tot i això, les dones creuen que és més intensa que els homes per 0,4 punts de diferència. El cas contrari es dona en la xocolata blanca, que es considera més intensa pels homes que per les dones.



Finalment, pel que fa al grup d'edat de majors de 30 anys, veiem una igualtat quasi completa en els dos sexes a l'hora de determinar que la xocolata negra és la que té una olor més intensa. Respecte les altres dues xocolates, els homes pensen que és més intensa la xocolata blanca i les dones que ho és més la que conté llet.

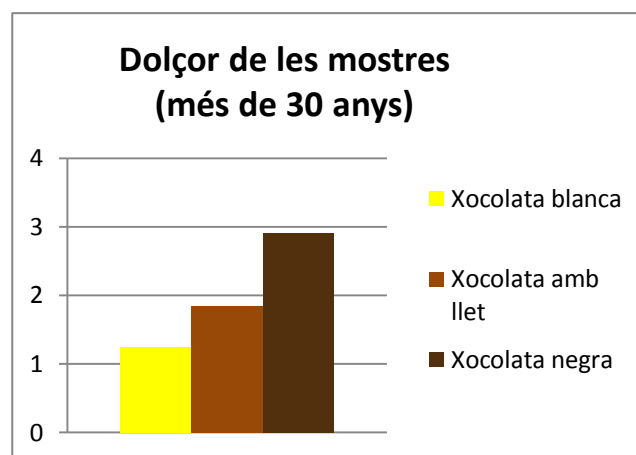
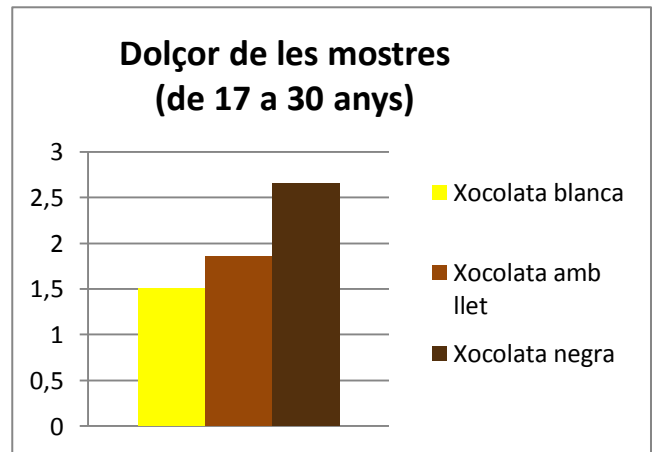
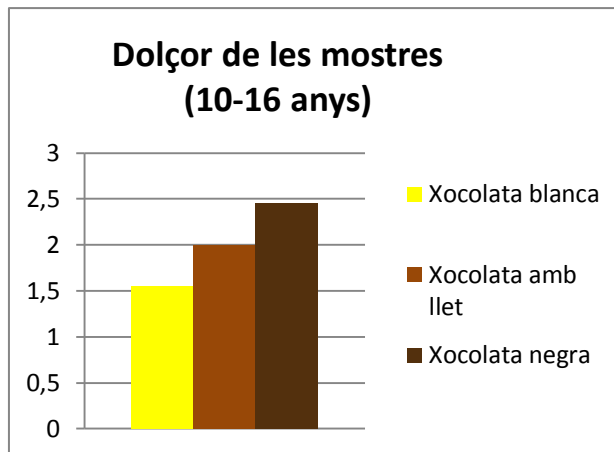
12.2 DOLÇOR



La xocolata considerada com la més dolça per un 65% dels participants en la mostra és la blanca. Un 23,3% afirmen que ho és la xocolata amb llet i finalment, un 11,6% afirmen que ho és la negra. De les 7 persones que van marcar la xocolata negra com la més dolça, només una era major de 30 anys mentre que les altres, la meitat eren del grup de 10 a 16 anys i l'altre meitat del grup de 17 a 30 anys.

Entre la xocolata blanca i la xocolata amb llet també es podia produir alguna confusió a l'hora de determinar quina era més dolça, ja que al ser la mostra A la blanca i la mostra C la xocolata amb llet, era possible no recordar-les bé i per tant, confondre-les a l'hora de comparar-les.

Desglossant aquests resultats per grups d'edat obtenim els següents gràfics:

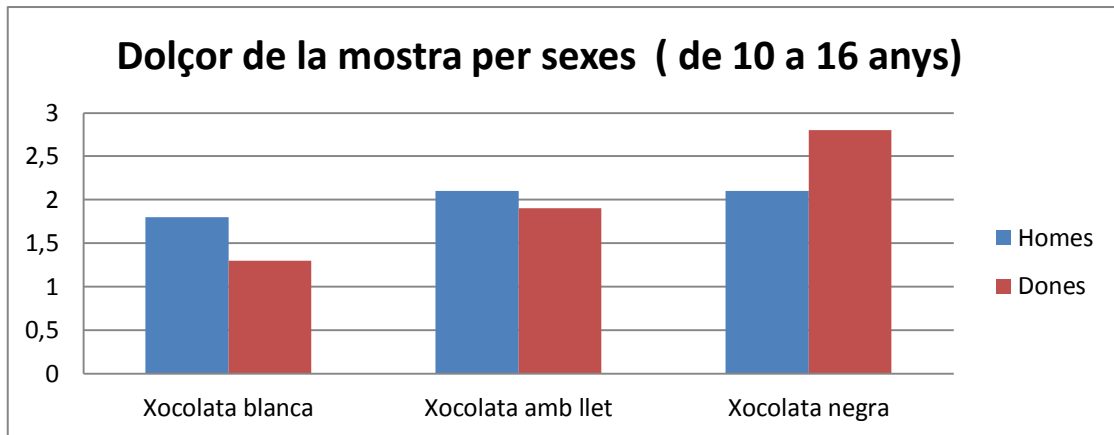


La tendència de considerar la xocolata blanca com la més dolça i la negra com la que ho és menys es manté en tots els grups d'edat. L'única cosa que canvia és la puntuació concreta que obté cada tipus de xocolata. El grup d'edat en el qual la xocolata blanca està considerada com la més dolça és el de majors de 30 anys, que té una puntuació de 1,25. El resultat d'aquesta mateixa xocolata en el grup comprés entre els 10 i els 16 anys és de 1,55 mentre que el del grup de 17 a 30 anys és tan sols de 0,05 menys.

És també en grup d'edat de majors de 30 anys on la xocolata negra obté la puntuació més alta, de 2,45 punts. Per tant, la negra és, i amb diferència, la més amarga de les tres mostres presentades.

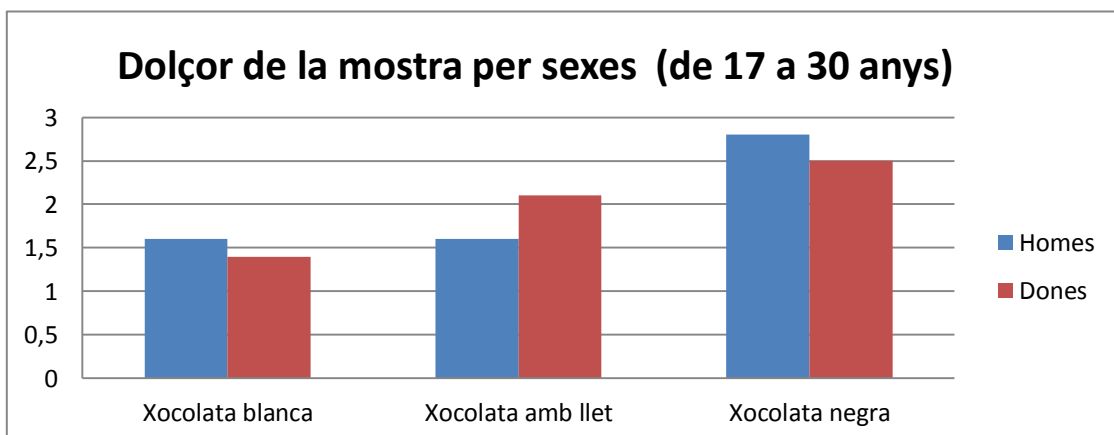
Pel que fa la xocolata amb llet, en tots els grups es troba en uns valor entre 1,85 i 2.

Exposant aquests resultats també en funció del sexe obtenim els següents gràfics:

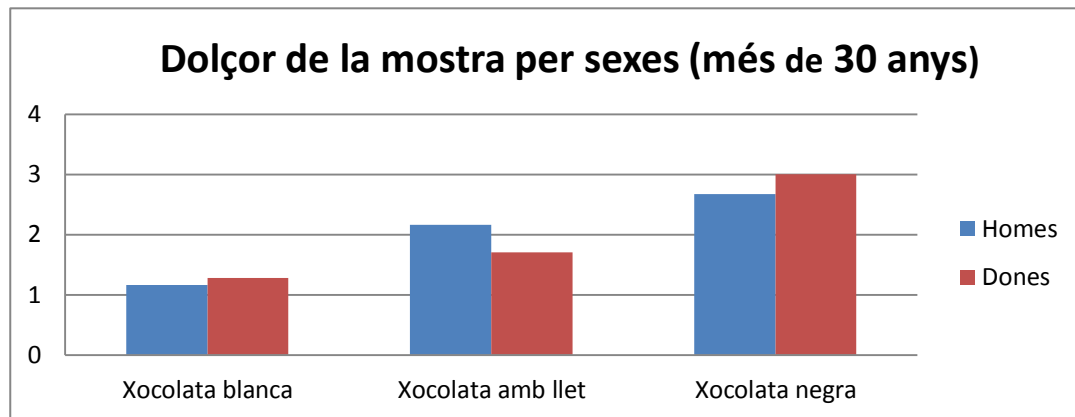


La diferència més gran entre sexes en aquesta franja d'edat es troba en la xocolata negra, on les noies consideren que té una dolçor més baixa (2,8), i per contra, els nois consideren que té una dolçor més alta (2,1) la mateixa que li atorguen a la xocolata amb llet. Amb això podem deduir que les tres persones que van marxar la xocolata negra com la més dolça, eren nois.

Pel que fa a les altres dues xocolates, les noies valoren la blanca com la més dolça amb un 1,3 mentre que els nois ho fan amb un 1,8, una diferència força considerable.



En aquest cas, la tendència en la xocolata negra varia i són els homes qui la consideren menys dolça, amb una puntuació mitjana de 2,8 per contra del 2,5 de les dones. Els homes atorguen el mateix valor a la xocolata blanca i a la xocolata amb llet, mentre que les dones consideren la xocolata amb llet com la intermèdia i la xocolata blanca la més dolça, separades per 0,7 punts.

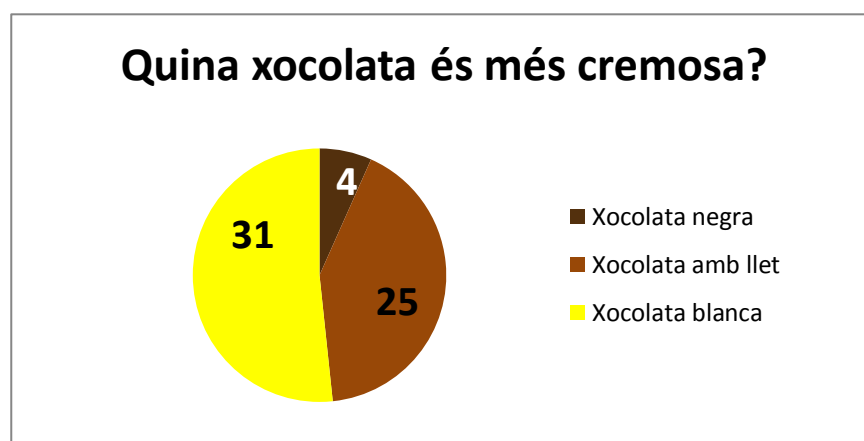


Finalment, pel que fa als majors de 30 anys, veiem que el valor de les dones en la xocolata negra arriba al 3. Això vol dir que absolutament totes han considerat aquesta xocolata com la menys dolça de les tres mostres. En el homes la puntuació és de 2,6, ja que un d'ells va marcar la xocolata negra com la més dolça i al ser només 6 els enquestats, aquest resultat ha afectat de manera considerable.

En la xocolata blanca els resultants són quasi iguals: els homes consideren 0,12 punts més dolça la xocolata blanca que les dones.

En la xocolata amb llet són les dones qui consideren aquesta mostra més dolça que els homes, un 1,71 contra un 2,16 respectivament.

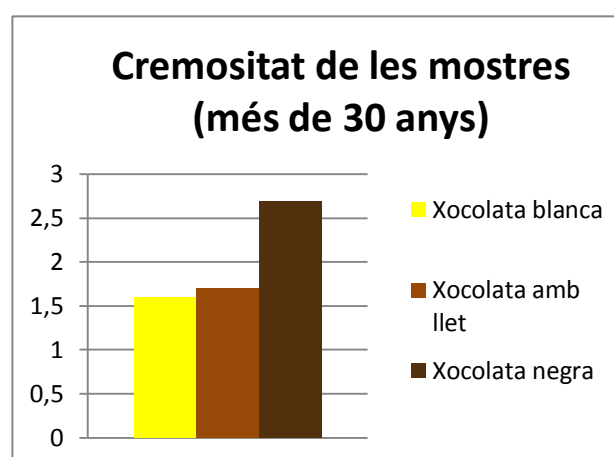
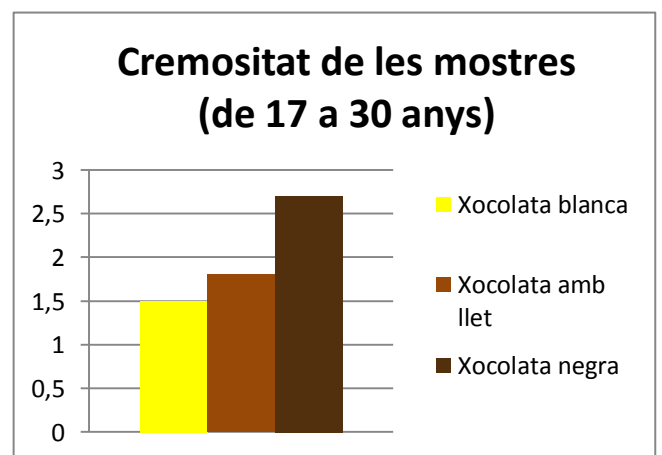
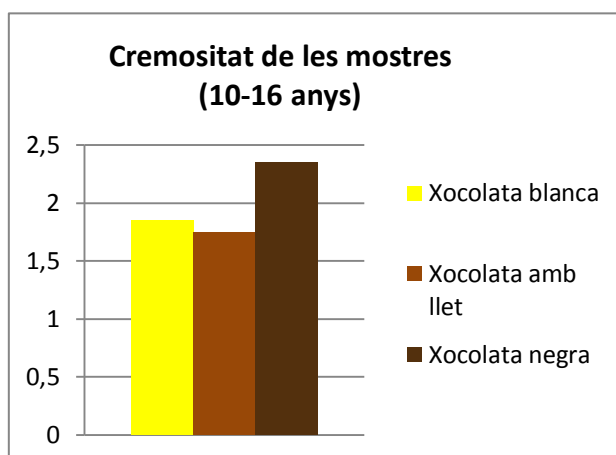
12.3 CREMOSITAT



Fins el moment, pel que fa el primer i el segon lloc, aquest és el gràfic més igualat. Un 51,66% dels participants del tast consideren que la xocolata blanca és la més cremosa, un 41,66% consideren que ho és la xocolata amb llet mentre que el 6,66% restant consideren que ho és la negra.

En la breu introducció al tast vaig explicar que per cremositat consideren com cada mostra es fonia en la boca, si costava més o menys. Per això es reflexa una enorme diferència entre la xocolata negra i les altres dues. Això és principalment a causa dels ingredients que componen cada xocolata, ja que el fet que la xocolata blanca i la xocolata amb llet portin més quantitat de grasses, influeix de manera positiva a l'hora de determinar la cremositat de les mostres.

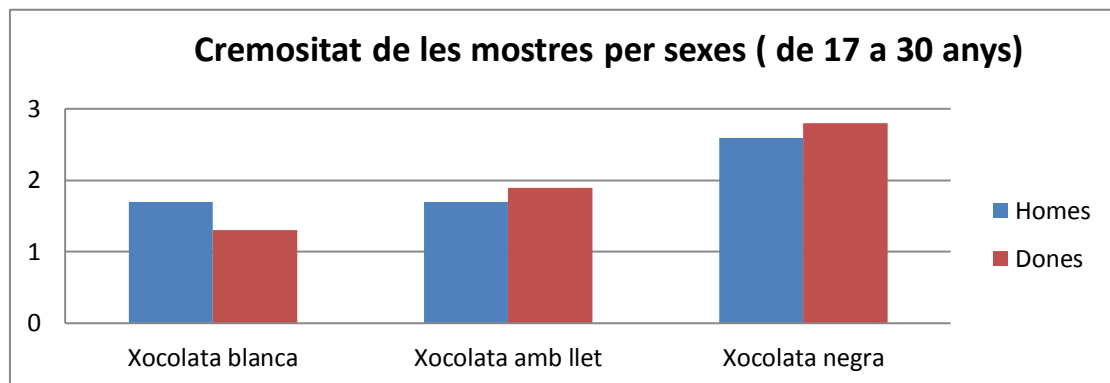
Desglossant aquests resultats per grups d'edat obtenim els següents gràfics:



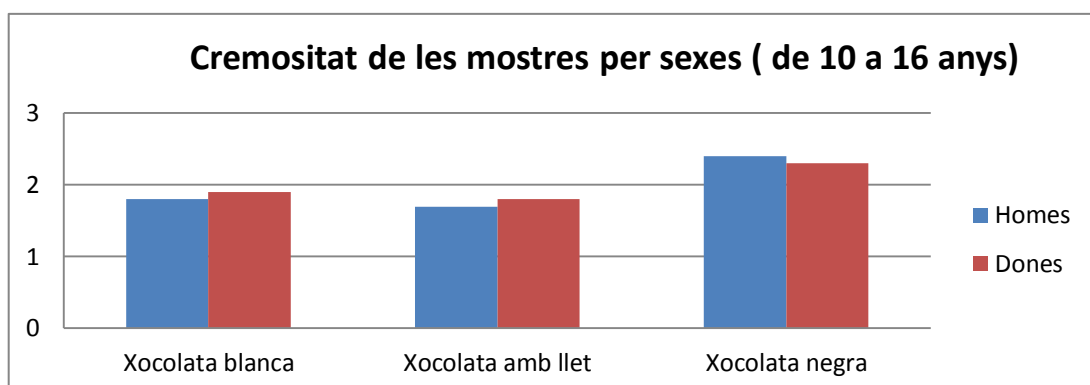
En tots els grups d'edat es coincideix que la xocolata negra és la menys cremosa. En el grup de 17 a 30 anys i en el grup de majors de 30, el valor que se li atorga a la xocolata negra supera els 2,5 punts, mentre que en el grup de

10 a 16 anys, el valor d'aquesta és de 2,35 punts. També en els dos grups d'edat més grans, és la xocolata blanca la considerada com la més cremosa mentre que en el grup d'edat més jove, és la xocolata amb llet la més cremosa, tot i que molt igualada amb la xocolata blanca.

Afegint a aquesta divisió entre franges d'edat la divisió per sexes, obtenim els següents gràfics:

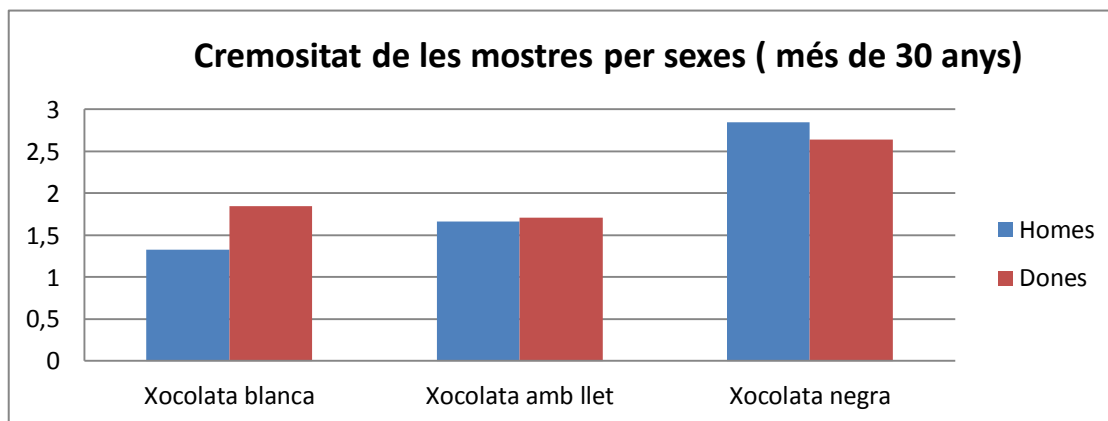


En aquesta franja d'edat, els valors de la cremositat entre la xocolata blanca i la xocolata amb llet són molts ajustats. A més, en aquestes dues xocolates també es manté que els homes consideren aquestes xocolates més cremoses que les dones. Això canvia en la xocolata negra, que es considerava per les dones més cremosa que pels homes, tot i que amb una diferència molt poc significativa.



En aquest grup hi ha una diferència força considerable entres homes i dones a l'hora d'avaluar la xocolata blanca: la puntuació per part dels homes és de 1,7 punts (la mateixa que atorguen a la xocolata amb llet) mentre que la de les dones és de 1,3.

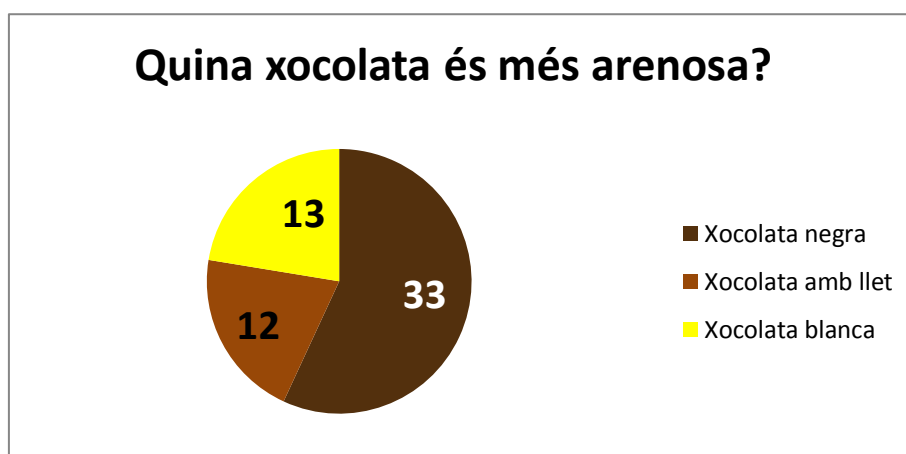
Pel que fa a les altres xocolates, les diferències entre els altres sexes no són tant remarcables i respecte el grup d'edat anterior, en aquest són els homes qui consideren la xocolata negra més cremosa que com ho consideren les dones.



En aquest últim grup d'edat, la diferència entre sexes més evident és en la xocolata blanca, considerava 0,5 punts més cremosa pels homes que per les dones. A més hi deixa d'haver la igualtat que hi havia en el grup anterior entre la cremositat de la xocolata blanca i de la xocolata amb llet entre els homes. En aquest cas, són les dones les que atorguen valors similars a la cremositat d'aquests dos tipus de xocolata.

Pel que fa a la xocolata negra, tan en aquest grup d'edat com en els dos anteriors, és la xocolata considerada com la menys cremosa de totes tres. En aquest grup en concret, és 0,2 punts menys cremosa pels homes que per les dones.

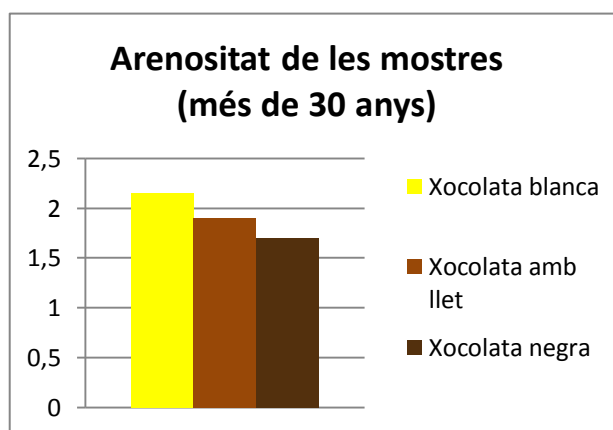
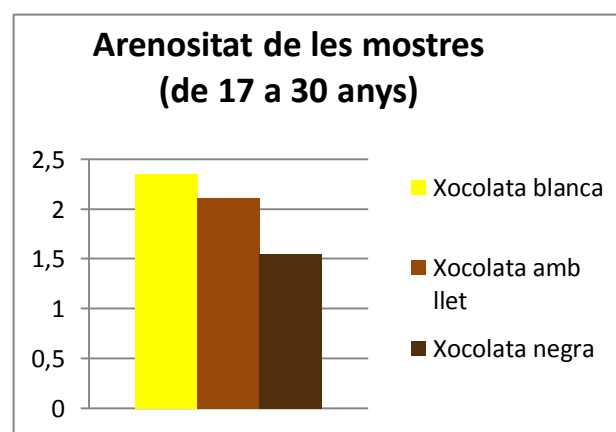
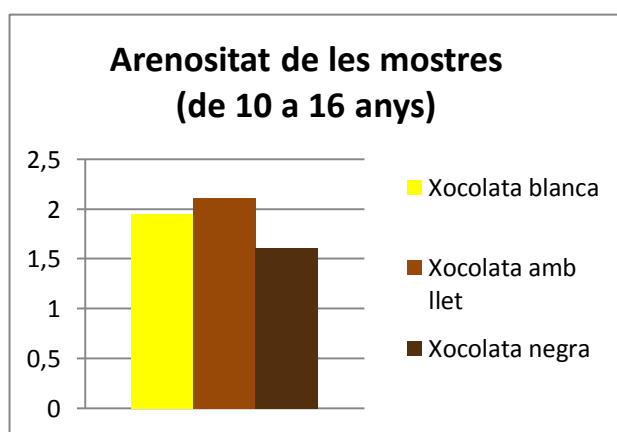
12.4 ARENOSITAT



Segons un 55% dels enquestats, la xocolata més arenosa és la negra, mentre que un 20% consideren que ho és la blanca i un 21,6% creuen que ho és la xocolata amb llet. Tan si sumem els percentatges com si sumem el total de participants, no s'arriba ni al 100% ni als 60 participants. Això es així perquè dues persones no van valorar aquesta pregunta ja sigui bé perquè consideraven que cap de les mostres era arenosa o bé perquè no sabien identificar del tot el concepte d'arenositat en les mostres.

Veiem en els resultats que més de la meitat dels enquestats creuen que és la xocolata negra mentre que el segon lloc entre la xocolata amb llet i la blanca està molt igualat i varia només per una persona.

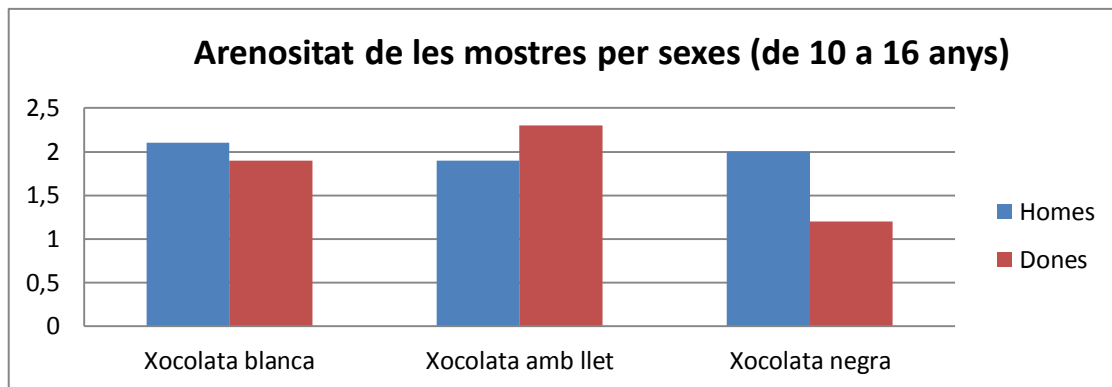
Desglossant aquests resultats per grups d'edat obtenim els següents gràfics:



Com podem veure en els gràfics, el valor de la xocolata negra, considerada com la més arenosa per a tothom, és en els tres grups d'edat lleugerament superior a 1,5. La xocolata blanca és considerada pel grup de 17 a 30 anys i pel grup de major de 30 anys la menys arenosa de les tres mentre que pels menors de 17 anys, la menys arenosa és la xocolata amb llet. Això sí,

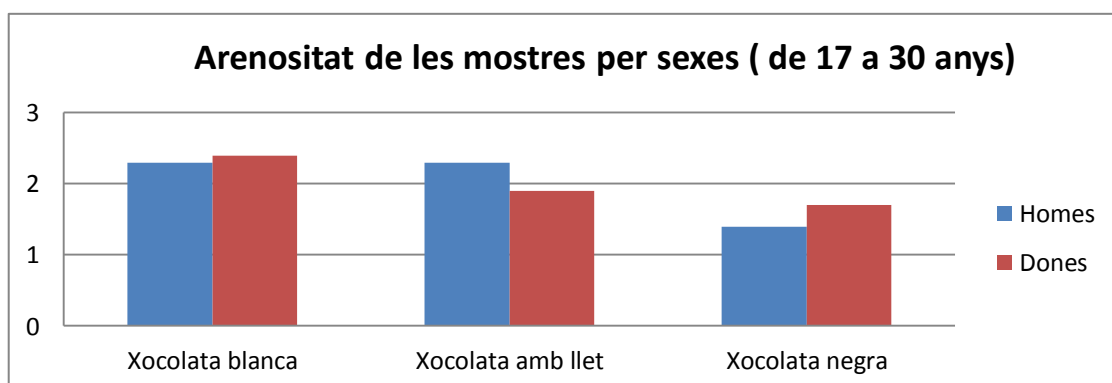
en cap dels tres grups d'edat, la diferència entre l'una i l'altre és gaire destacable, com a màxim és de 0,25 punts. L'única diferència certament considerable és la que existeix en tots els grups entre la xocolata negra i la xocolata blanca, que en alguns grups arriba a ser de 0,8 punts.

Distingint cada franja d'edat entre els dos sexes, els gràfics resultants són els següents:



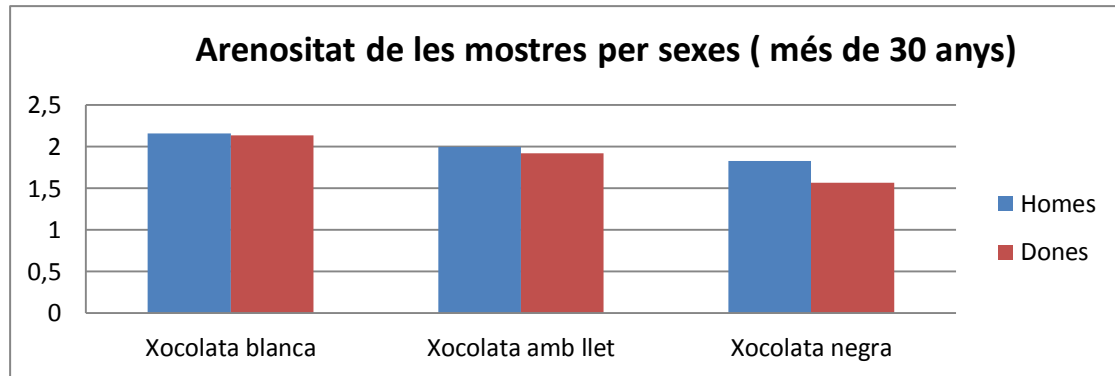
En aquest gràfic es troba la que fins al moment és la diferència més gran a l'hora de valorar un ítem entre els homes i les dones. Es veu clarament que això succeeix en la xocolata negra, la qual les dones consideren molt arenosa (1,2) mentre que els homes (1,9) la consideren menys arenosa que la xocolata amb llet.

Veiem també que en els homes, la diferència entre les tres xocolates varia molt poc, totes estan al voltant del 2. En canvi, en les dones les diferències a simple vista són més destacables.



Pel que fa al grup de participants d'entre 17 i 30 anys d'edat, la xocolata considerada com la més arenosa pels homes i per les dones és la negra, amb 1,4 i 1,7 respectivament, mentre que la considerada menys

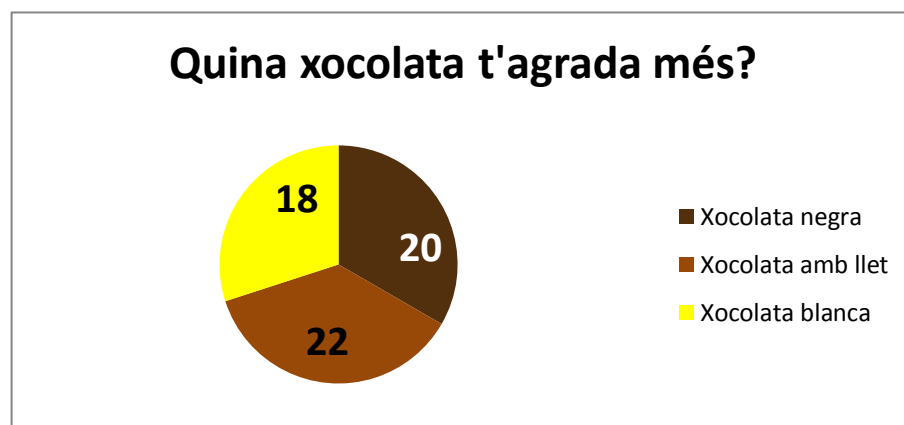
arenosa per les dones ho és la blanca. Pels homes, hi ha un empat entre la xocolata amb llet i la blanca, les dos considerades amb 2,3 punts.



Finalment, en el grup de majors de 30 anys, veiem com les diferències entre tots els valors es redueixen força. La xocolata negra amb un 1,57 és la considerada més arenosa per les dones mentre que la xocolata blanca amb un 2,16 és la considerada menys arenosa pels homes. Amb això provem que la variació màxima a l'hora d'atorgar puntuació a aquestes xocolates és de 0,59 punts, per això parlo de la inexistència de diferències remarcables.

Segons els sexe, on s'observa més variació es en la xocolata negra i on menys en la xocolata blanca. També podem observar que els homes tendeixen a considerar totes les xocolates amb el mateix grau d'arenositat.

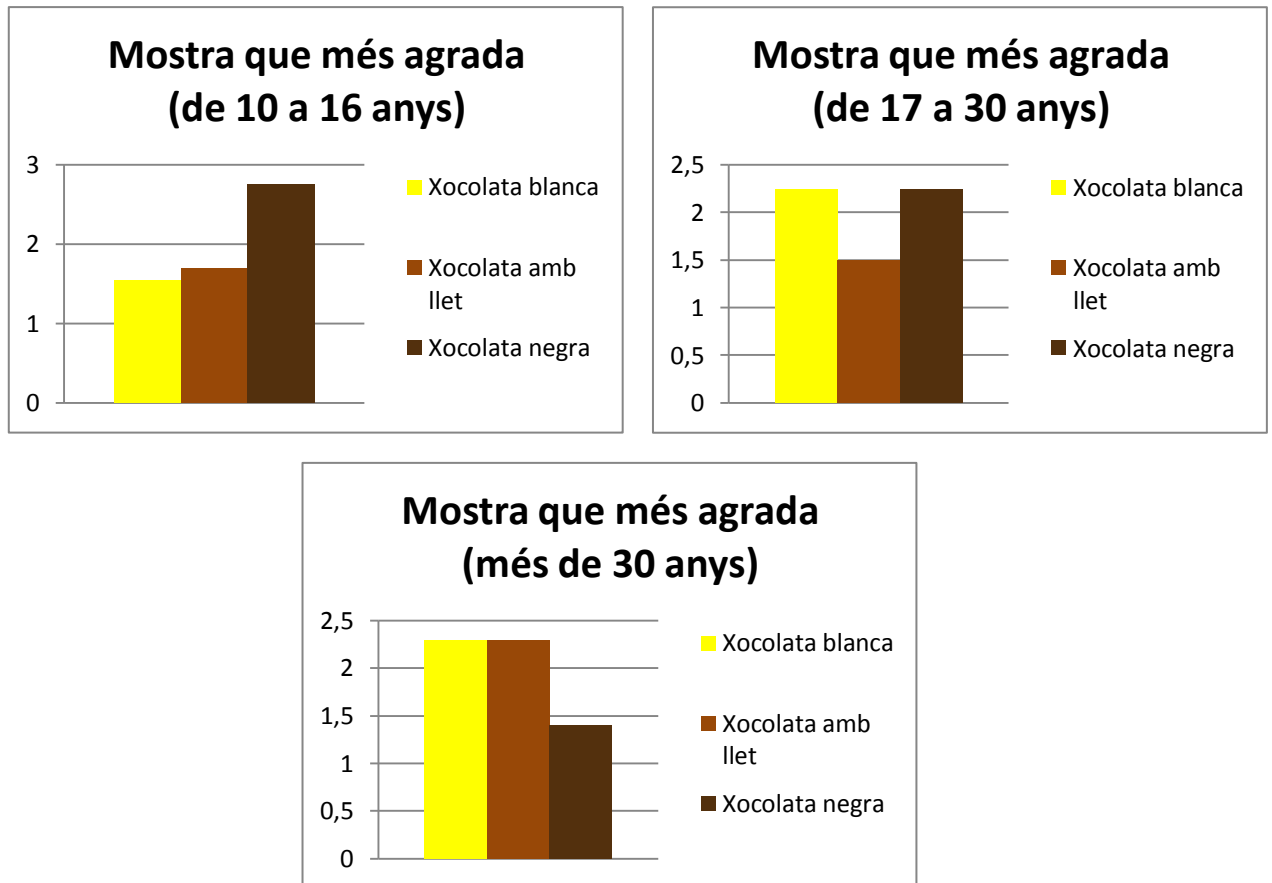
12.5 PREFERÈNCIA PERSONAL



La resposta a “Quina xocolata t'agrada més?”, és sens dubte la més igualada de totes. Això es deu, com veurem en els següents gràfics a que cada grup d'edat es decanta per un tipus de xocolata concret, gairebé sense excepcions. Amb percentatges veiem que un 36,6% es decanta per la xocolata

negra, un 33,3% ho fa per la xocolata amb llet i el 30% restant ho fa cap a la xocolata blanca.

Desglossant aquests resultats per grups d'edat obtenim els següents gràfics:



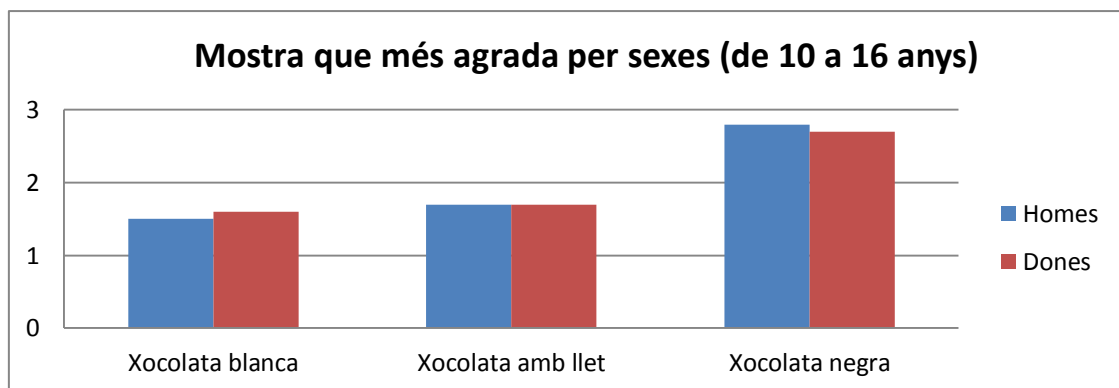
En aquests gràfics s'evidencia quin tipus de xocolata prefereix cada grup d'edat i quin és el tipus de xocolata que menys els agrada. Recordem que la xocolata que més agradarà serà la que més s'aproximi al número 1.

Pel que fa al grup dels enquestats de 10 a 16 anys, la seva xocolata preferida és la xocolata blanca, tot i que només per 0,15 punts de diferència amb la xocolata amb llet. El que podem observar clarament és que la xocolata que menys els agrada és la xocolata negra, que obté un 2,75. Cal dir que en aquest grup, absolutament cap dels enquestats li va atorgar a la xocolata negra el número 1.

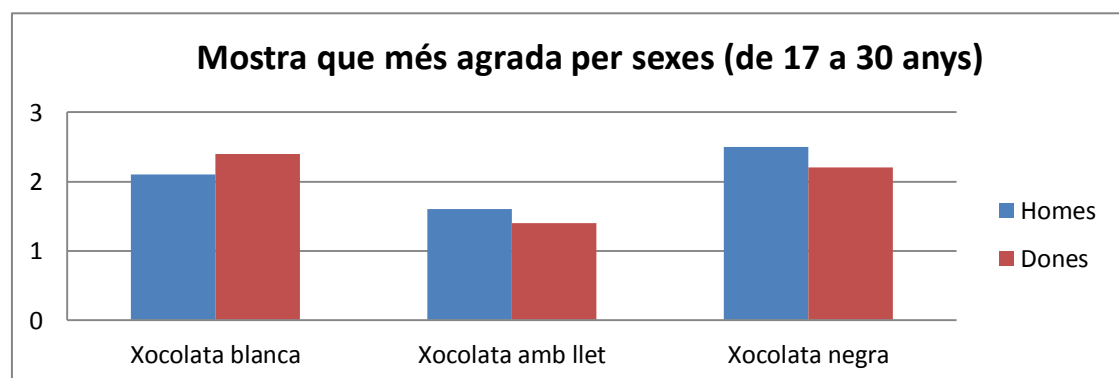
Respecte al grup d'edats compreses entre 17 i 30 anys, veiem que la xocolata que més agrada és la xocolata amb llet, que amb 1,5 punts dista 0,75 punts de la xocolata negra i la xocolata blanca, que estan empatades.

En l'últim grup d'edat, el de majors de 30 anys, obtenim el resultat que la xocolata preferida per 1,4 punts és la negra. Com passa en el grup anterior, la xocolata blanca i la xocolata amb llet es troben empatades amb 2,3 punts.

Afegint a aquesta divisió entre franges d'edat la divisió per sexes, obtenim els següents gràfic:

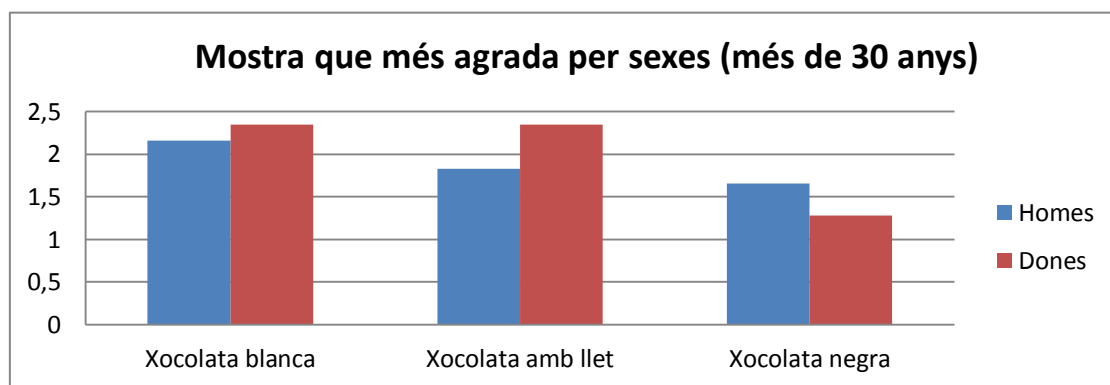


En aquest gràfic observem com la diferència entre homes i dones a l'hora de determinar quina xocolata els hi agrada més és pràcticament nul·la: en la xocolata amb llet els valors són iguals (1,7) i les altres dues la diferència és només de 0,1 punts. Si comparem amb el gràfic anterior on no hi havia distinció entre sexes veiem que els resultats són quasi iguals.



En els participants d'entre 17 i 30 anys, les diferències entre sexes són més notables. La xocolata amb llet és per tots considerada la que més agrada, tot i que per les dones ho és 0,2 punts més que pels homes.

L'empat que hem observat en el gràfic sense distinció de sexes queda en aquest nou gràfic trencat: per les dones, la seva segona xocolata preferida és la negra mentre que pels homes ho és la xocolata blanca.



Finalment, en aquest últim gràfic veiem que les dones majors de 30 anys prefereixen més la xocolata negra que els homes. El conjunt de dones atorguen 1,28 punts a la xocolata negra mentre que els homes li atorguen 1,66 punts. El valor de la xocolata negra pels homes s'aproxima molt al que aquests mateixos donen per la xocolata amb llet (1,83). En canvi, la diferència entre una i l'altre en les dones és molt més gran.

Tot i això, en les dones també hi ha dos resultats que són iguals, en la xocolata blanca i en la xocolata amb llet, les dos valorades amb 2,35 punts.

13. CONCLUSIONS

13.1 BLOC I

El primer objectiu que volia assolir amb aquest treball era conèixer tot el que s'amagava darrera la simple definició de xocolata amb la que vaig començar aquest treball: “un producte alimentari que s’obté al barrejar íntimament quantitats variables de pasta de cacau o cacau refinat en pols i sucre finament polvoritzat, en el qual s’hi pot afegir o no mantega de cacau, i que adopta en conjunt un aspecte sòlid, homogeni i compacte”. I això ha estat el que he fet: entre d’altres coses, he explicat els fets més importants de la història de la xocolata des que va ser començada a consumir pels olmeques l’any 1750 aC.; he copsat la importància de la química en el procés d’elaboració de la xocolata, sobretot el referent amb la cristal·lització de la mantega de cacau tal i com vaig poder comprovar mentre elaborava xocolata; he tractat quatre mites i he comprovat que, en general, tenen una certa vigència en la nostra societat. El mite més vigent és que la xocolata engreixa, tal i com creuen un 78% dels enquestats. En aquest mite, hi ha d’haver necessàriament una distinció entre els tipus de xocolata: la negra és la més saludable de totes i s’ha descobert que un consum moderat no engreixa i que ajuda a reduir la massa corporal. En canvi, la xocolata amb llet i la blanca al portar més sucre i més grasses si que podrien significar un augment de pes en les persones. Per les preguntes “Creus que la xocolata provoca acne?” i “Creus que la xocolata provoca càries?”, un 57% dels enquestats van respondre afirmativament i un 43% negativament. Després d’investigar sobre aquests dos mites vaig concloure que cap dels dos era cert: l’acne és conseqüència d’una producció excessiva de seü causada per factors hormonals, no relacionat amb la ingesta o no de xocolata i en referència a les càries, recentment s’ha descobert que la sacarosa present en la xocolata i que podria malmetre les dents, és compensada per uns agents antibacterians continguts en la quantitat de clofolla restant dels grans de cacau. Finalment per l’últim mite, un 67% dels enquestats va marcar que la xocolata provocava addicció. Aquesta, tot i tenir substàncies que afecten l’estat d’ànim com la cafeïna i la teobromina, no provoca addicció, ja que aquestes substàncies es

troben en quantitats molt petites i per arribar a notar-ne els efectes s'haurien d'ingerir diàriament 15 kg de xocolata.

13.2 BLOC II

L'altra finalitat d'aquest treball era dur a terme una comparativa a nivell nutricional, organolèptic i físic de la xocolata blanca, la xocolata negra i la xocolata amb llet. Les conclusions que he tret d'aquesta comparació les presento a continuació.

13.2.1 Comparació de les propietats nutricionals

A nivell nutricional existeixen grans diferències entre les tres xocolates a causa que, com ja hem vist, contenen diferents ingredients. La xocolata blanca i la xocolata amb llet, pel fet de contenir llet presenten una quantitat superior de proteïnes, calci i vitamina A. La xocolata negra per la seva banda i com que presenta un major percentatge de cacau, té quantitats superiors de midó i de fibra, nutrients que en la xocolata blanca no hi són presents perquè no conté cacau pròpiament dit, sinó només mantega de cacau. A més, els grans de cacau són molt rics en minerals, sobretot en ferro, magnesi, potassi i fòsfor, i és per això que la xocolata negra és la que presenta major quantitat de minerals, a excepció del calci. Els valors de l'aportació energètica, de glúcids i de sucres són similars en les tres mostres.

13.2.2 Comparació de les propietats físiques

Primer de tot, cal tenir en compte que he analitzat les propietats físiques que m'han estat possibles en funció dels aparells i dels recursos que tenia al meu abast, a més del temps que el laboratori restava lliure.

Les conclusions més importants són les següents:

- **punt de fusió:** cap dels tres tipus de xocolata presenta un punt de fusió definit, per la qual cosa podem determinar que es tracta de mesclures. La xocolata que més ràpidament assoleix el punt de fusió i que augmenta la temperatura amb més rapidesa és la negra ja que és la que conté menys grassa. Les grasses no són conductores de la temperatura, per això en la xocolata amb llet i en la xocolata blanca la temperatura augmenta més lentament.

- **conductivitat elèctrica:** l'única xocolata que marca un valor remarcable al tèster és la xocolata negra, que arriba com a màxim als 53 mV. Aquesta lleugera conductivitat de la xocolata negra es deu al ferro que conté la llavor pròpia del cacau. Per aquest motiu en la xocolata amb llet la conductivitat baixa de manera molt notable i en la xocolata blanca és quasi inapreciable pel fet de no contenir grans de cacau.

- **densitat, mullabilitat i flotació:** totes els xocolates tenen una densitat superior a 1 g/ml, per tant, s'enfonsen en l'aigua. De les tres, la xocolata més densa és la negra, ja que els grans de cacau són també més densos que l'aigua; la que ho és menys és la blanca, la grassa de la qual és menys densa que l'aigua. Podem determinar doncs que la densitat de les xocolates queda determinada per la dels ingredients que la componen.

- **duresa:** no existeix distinció entre la duresa dels tres tipus de xocolata, ja que totes són molt toves.

- **solubilitat:** els resultats obtinguts s'han de relacionar amb el tipus d'enllaços presents tant en el dissolvent com en les xocolates. Al comprovar que les mostres de xocolata no són solubles en aigua, en metanol i en etanol però si en dissolvents amb una constant dielèctrica baixa, és a dir, poc polars, podem determinar que els enllaços de la xocolata són també poc polars.

- **viscositat:** els resultats en la xocolata negra i amb llet són totalment previsibles, ja que com més alta és la temperatura, s'espera una fluïdesa més gran i per tant, que la velocitat amb la què la xocolata es desplaça pel tub augmenti. La sorpresa però es troba en la xocolata blanca, la qual als 100°C es troba tant espessa que ni es desplaça pel tub de l'experiment. Aquest fet pot estar motivat per una afectació de la grassa d'aquesta xocolata al haver estat reescalfada varis cops.

13.2.3 Comparació de les propietats organolèptiques i conclusions del tast a cegues

En la comparativa organolèptica és sens dubte on les diferències entre les xocolates són més clares. A simple vista ja distingim que cadascun dels tipus de xocolata estudiats presenta un color diferent. Si les olorem, podem percebre també una olor diferent i finalment, al degustar-les reconeixem que

totes presenten gustos variats. Cap de les xocolates destaca per la seva qualitat, més aviat, amb la percepció organolèptica un expert pot detectar fàcilment que les mostres no són de molta qualitat. Això està estretament relacionat amb el fet que les xocolates eren de marca blanca i que el seu preu, comparat amb el de grans marques com ara la Lindt, era molt baix.

Amb el tast a cegues de les tres mostres de xocolata, les diferències organolèptiques es fan encara més remarcables:

- **AROMA:** més d'un 68% dels enquestats va declarar que la xocolata negra era la que tenia més aroma a cacau, resultat obvi i completament cert. Sorprèn que un 10% dels participants marqués la xocolata blanca com la més aromàtica quan aquesta no conté cacau. Una possible explicació per això és que aquesta xocolata, tot i que no fa olor de cacau, fa una olor molt forta a mantega de cacau i per tant, pot ser que es confonguessin.

- **DOLÇOR:** en l'enquesta quedà reflectit que la xocolata blanca és la més dolça. Si bé és clar que efectivament la blanca és la més dolça, una petita part dels enquestats va marcar que era la negra i una part més gran que era la xocolata amb llet. Una possible explicació per aquest resultat és que les persones es confonguessin a l'hora de posar les puntuacions a cada casella o que barreguessin els sabors de les xocolates per no haver begut aigua entre mostra i mostra. A més, entre la xocolata amb llet i la blanca també es podia produir alguna confusió a l'hora de determinar quina era més dolça, ja que al ser la mostra A la blanca i la mostra C la xocolata amb llet, era possible no recordar-les bé i per tant, confondre-les a l'hora de puntuar-les.

- **CREMOSITAT:** La xocolata blanca és considerada la més cremosa seguida de ben a prop per la xocolata amb llet. Només quatre persones consideren que la xocolata negra és la més cremosa. Per explicar aquest resultat s'ha de relacionar amb la grassa de les mostres: la xocolata blanca i la xocolata amb llet contenen més grasses que la xocolata negra i són aquestes les que confereixen un aspecte de cremositat quan les xocolates es fonen a la boca.

- **ARENOSITAT:** va ser l'ítem que va ocasionar més problemes i confusió, ja que és un concepte que no utilitzem en el dia a dia. És curiós que més de la meitat dels enquestat determinés la xocolata negra com la més

arenosa i la xocolata blanca com la que menys quan posteriorment, l'expert xocolater el qual vaig consultar va determinar la xocolata negra com la més suau i la xocolata blanca com arenosa ja que el sucre raspava a la gola. Amb això doncs, queda demostrat doncs que l'arenositat és un aspecte difícil de valorar.

- **PREFERÈNCIA PERSONAL:** amb aquest ítem és on realment es copsa la diferència d'edat entre els participants de l'enquesta ja que en cada grup d'edat és diferent la xocolata que més agrada. En el grup de 10 a 16 anys la xocolata preferida és la xocolata blanca, en el grup de 17 a 30 ho és la xocolata amb llet i en el grup de majors de 30 ho és la xocolata negra. L'explicació més lògica d'aquest fet és que de petits tenim una gran preferència pel que és dolç, en aquest cas, la xocolata blanca que és la més dolça. A mesura que anem creixent però els nostres gustos van canviant fins que en el grup dels adults predomina la xocolata negra, la més amarga. Entre la transició de la xocolata blanca a la negra es troba la xocolata amb llet, que la podríem definir com un punt mig per no ser ni molt dolça ni molt amarga.

Diuen que tot esforç té la seva recompensa i amb aquest treball certament ho he comprovat. Després de moltes hores invertides cercant informació, remenant llibres i webs en busca de respostes, fent experiments al laboratori i, sobretot, davant la pantalla del meu ordinador i després també d'haver superat varies dificultats, en especial a l'hora de determinar les propietats físiques de les mostres, puc dir que he acabat un treball que començava amb alguns dubtes però que he conclòs molt satisfeta, segura i orgullosa de la feina feta.

I ara queda posar el punt i final a mesos de dedicació i què millor que fer-ho que una sentència dita per Robert Paul i que, personalment, crec que és molt certa: "Un recent estudi britànic ha revelat que a 9 de cada 10 persones els hi agrada la xocolata. El desè menteix."

Bibliografia

- Llibres:

- ASHTON, Jon; ASHTON, Suzy. *El poder curativo del chocolate: los increíbles beneficios del chocolate*. Ediciones Obelisco, Barcelona, 2006
- BECKEET, Stephen T. *La ciencia del chocolate*. Editorial Acribia, 2002.
- COE, Sophie D.; COE, Michael D. *La verdadera historia del chocolate*. Editorial: Fondo de Cultura Económica, México, 2000.
- ESCAYOL, Maria. *El plaer de la xocolata: la història i la cultura de la xocolata a Catalunya*. Cossetània Edicions, Valls, 2004.
- MOREIRAS, Olga; CARBAJAL, Ángeles; CABRERA, Luisa; CUADRADO, Carmen. *Tabla de composición de alimentos*. Ediciones Pirámide, Madrid, 2007.
- ÁVILA, Victoria J.; ARNAU, Eduard. *Composición de los 400 alimentos y bebidas más comunes*. Tikal Ediciones, Girona, 1995.
- DE LA MOTA, Ignacio H. *El libro del chocolate*. Ediciones Pirámide, Madrid, 1992.

- Estudis i propostes consultades:

- ALDO, José; GARRIDO, Luis F.; BAREA, José Antonio; GUIJARRO, Fco. Javier. *El chocolate y las grasas*.
- RAFECAS, Magda; CODONY, Rafael. *Estudio nutricional del cacao y productos derivados. Resumen*. Universitat de Barcelona, Setembre 2000.
- MANS, Claudi. *Xocolatologia experimental*
- *Código Alimentario Español. Sección 5. Cacao y derivados*.
- CODINI, Melina; DÍAZ, Florencia; GHIRARDI, Marina; VILLAVICENCIO, Inés. *Obtención y utilización de la manteca de cacao*. Junio 2004

- Recursos electrònics:

- Xocoatl [cd-rom]. La Rua Documents, Barcelona, 2006.
- Barbagallo, Gustavo. *Chocolate Aspectos Técnicos*. [en línia]. La Plata, 17 d'octubre del 2007.

- ><http://www.ms.gba.gov.ar/CalidadAlimentaria/Barbagallo.pdf>>
- Arpide, José Luis. *Introducción a la cata de chocolate*. [en línia]. 12 de Juliol del 2006.
- ><http://www.afuegolento.com/noticias/116/firmas/arpide/4309/>>
- *La xocolata*. [en línia]. 2009.
- ><http://xocolate.comze.com/principal.html><
- *El món de la xocolata*. [en línia]. Última actualització: 1 d'abril del 2002.
- ><http://www.oocities.org/xocolates/index.html>>
- Gravacions de les conferències de *Tardes de ciència i xocolata*, realitzades entre el gener i març del 2012 al Museu de la Xocolata i organitzades per la Universitat de Barcelona. [en línia] Última actualització: 2 de maig del 2012
- ><http://www.ub.edu/infociencia/fonoteca/>>