

QUINS SUCS DE FRUITA ENS APORTEN MÉS QUANTITAT DE VITAMINA C?



REDOX

Resum

Sovint s'associa la taronja a la fruita que ens aporta un major contingut de vitamina C. Però realment és així? Hi ha fruites que ens n'aporten un contingut superior? Es pot calcular el valor d'aquesta vitamina per tal de comparar-lo amb el que ens indica l'etiqueta?

En aquesta recerca s'ha estudiat la relació entre la quantitat de vitamina C que indica l'etiqueta d'una marca determinada de suc de taronja i la calculada de forma pràctica, així com la relació que s'estableix entre aquesta quantitat i el preu del bric de suc. També s'han fet experiments modificant les condicions que acceleren o disminueixen el procés d'oxidació d'aquesta vitamina. Finalment, s'ha inclòs una comparació entre la quantitat de vitamina C de suc natural de diferents fruites.

Per tal de poder analitzar la quantitat de vitamina C de totes les mostres, s'ha portat a terme un mètode basat en una reacció redox. S'ha utilitzat el 2,6-diclorofenol indofenol com a agent oxidant i l'àcid ascòrbic com a agent reductor.

Com a conclusions extretes del treball es pot dir que les altes temperatures i els nivells elevats de llum acceleren el procés d'oxidació de la vitamina C, i que el suc de kiwi és el que en conté un major contingut.

Paraules clau: vitamina C, àcid ascòrbic, taronja, reacció redox, oxidació

Abstract

Orange is often associated with fruit which gives us a higher vitamin C content. But is this true? Are there fruits that provide us with a higher content than oranges? Is it possible to calculate the value of this vitamin in order to compare it with what the label tells us?

This research is aimed to study the relationship between the amount of vitamin C indicated on the label of a particular brand of orange juice and the one calculated in a practical way, as well as the relationship between this amount of vitamin C and the price of a carton of orange juice. Factors and conditions that accelerate or slow down the oxidation process of this vitamin have also been considered. Finally, a comparison has been made among the amount of vitamin C in natural juices from different fruits.

In order to be able to analyse the amount of vitamin C in all the samples, a method based on a redox reaction has been carried out. 2,6-Dichlorophenol indophenol has been used as the oxidizing agent and ascorbic acid as the reducing agent.

As conclusions drawn from this work, we can say that high temperatures and high light levels accelerate the oxidation process of vitamin C, and that kiwi juice is the one with the greatest content.

Keywords: vitamin C, ascorbic acid, orange, redox reaction, oxidation

ÍNDEX

INTRODUCCIÓ	5
PART TEÒRICA	7
1. Les vitamines	7
1.1. Què són?	7
1.2. Tipus de vitamines	8
1.2.1. Vitamines liposolubles	8
1.2.2. Vitamines hidrosolubles	9
2. La vitamina C	10
2.1. Definició	10
2.2. Funcions	11
2.3. Beneficis	11
2.4. Ingesta diària recomanada	12
2.5. Estructura química	13
2.5.1. Propietats físiques i químiques	14
2.6. Síntesi	14
2.7. Absorció	14
2.8. Oxidació	15
2.9. Aliments rics en vitamina C	15
2.10. Deficiència de vitamina C	17
2.10.1. Síntomes de deficiència de vitamina C	17
2.10.2. Escorbut	17
2.10.2.1. Història	17
2.10.2.2. Síntomes de l'escorbut	18
2.11. Excés de vitamina C	18
PART PRÀCTICA	19
1. Objectius	19
2. Material i reactius	19
3. Metodologia	21
4. Preparació de les dissolucions	21
4.1. Solució aquosa de 2,6-diclorofenol indofenol	21
4.2. Solució patró d'àcid ascòrbic	22
4.3. Solució d'àcid oxàlic	22
5. Estandardització del colorant	23

6. Experiments	25
6.1. Experiment 1: Quantitat de vitamina C etiqueta i calculada	25
6.2. Experiment 2: Temperatura	31
6.3. Experiment 3: Llum	36
6.4. Experiment 4: Suc de fruita que conté més vitamina C	40
CONCLUSIONS	44
VALORACIÓ PERSONAL I RECOMANACIONS.....	45
BIBLIOGRAFIA	47

INTRODUCCIÓ

Aquest treball de recerca tracta sobre la comparació de la quantitat de vitamina C en suc industrial de diferents marques comercials i suc elaborats de forma natural i casolana. A més, es pretén fer l'estudi dels suc de taronja, de kiwi i de maduixa que, segons els experts, aporten una gran quantitat d'aquesta vitamina. També s'estudiaran i es tindran en compte factors que acceleren l'oxidació del suc de taronja, com són la llum i la temperatura.

Els objectius que m'he plantejat són els següents:

- Determinar si la quantitat de vitamina C que ens indica l'etiqueta d'una marca concreta de suc de taronja s'ajusta a la quantitat calculada de forma pràctica.
- Determinar la relació que hi ha entre el preu del tetrabric de suc i la quantitat de vitamina C que conté.
- Determinar si la temperatura influeix en la quantitat de vitamina C d'una mostra de suc de taronja natural.
- Determinar si la llum influeix en la quantitat de vitamina C d'una mostra de suc de taronja industrial.
- Determinar quin és el suc de fruita que conté més vitamina C: el de taronja, el de kiwi o el de maduixa.

Podria considerar l'elecció del tema com una de les parts més difícils d'aquest treball. Tenia moltes idees al cap però cap era prou clara i precisa per poder començar una bona recerca. Ara bé, totes estaven estretament relacionades amb el món de la biologia i l'alimentació, ja que són dos àmbits que m'interessen especialment i als quals m'agradaria dedicar-me en un futur proper.

Tot i que aquesta no va ser ni la meva proposta inicial, ni tampoc la segona, quan la meva tutora del treball de recerca me la va plantejar i em vaig informar una mica sobre el tema, em va semblar una bona idea per portar a terme el meu treball.

A més, no he trobat cap estudi que porti a terme exactament els mateixos objectius que m'he proposat. Sí que és veritat que existeixen treballs sobre la vitamina C amb una part teòrica semblant però, pel que fa a la part pràctica, hi ha moltes variants en el mètode de determinació de la quantitat de vitamina C de les mostres.

Actualment, a causa de la pandèmia en què ens trobem, causada pel virus SARS-CoV-2, la vitamina C té un paper molt important per ajudar a prevenir i combatre el virus. Juntament amb la vitamina D són imprescindibles per al correcte funcionament de l'organisme, ja que reforcen el nostre sistema immunitari. És per aquest motiu que és

necessari ingerir una gran quantitat d'aliments rics en aquestes dues vitamines a través d'una dieta variada i equilibrada.

El treball està format per dues grans parts: la teòrica i la pràctica. A la part teòrica s'expliquen què són les vitamines i els tipus que hi ha. També s'aprofundeix en la vitamina C, ja que s'expliquen les seves fonts d'obtenció, els beneficis per al nostre cos, les malalties a què està associada, entre d'altres. La part pràctica està dividida en quatre experiments que tenen com a objectiu principal validar o refusar les hipòtesis plantejades per a cadascun. Per tal de poder analitzar la quantitat de vitamina C de totes les mostres, s'ha portat a terme un mètode basat en una reacció redox. S'ha utilitzat el 2,6-diclorofenol indofenol com a agent oxidant i l'àcid ascòrbic com a agent reductor. El poder reductor d'aquest compost és degut a la pèrdua de dos àtoms d'hidrogen de la molècula que són captats pel 2,6-diclorofenol indofenol, que queda reduït. La valoració finalitza quan s'observa un canvi de color de la solució de color taronja a marronós. És en aquest moment quan tota la vitamina C de la dissolució ha reaccionat i ha canviat de color. Finalment s'ha anotat el volum de colorant consumit i s'han fet els càlculs necessaris per establir els mil·ligrams de vitamina C present en cada 100 mL de suc.

PART TEÒRICA

1. Les vitamines

1.1. Què són?

Les vitamines són molècules orgàniques de composició química molt diversa i imprescindibles per al funcionament normal del metabolisme¹. Anomenem vitamines els compostos que no poden ser sintetitzats en suficients quantitats per l'organisme i, per tant, han de ser incorporats a través de la dieta, que ha de ser variada i equilibrada per obtenir-ne la quantitat necessària.

“Vita” vol dir “vida” i “amina” significa compost orgànic; és per això que considerem les vitamines com a substàncies orgàniques imprescindibles per a la vida.

Les vitamines no aporten energia a l'organisme però fan possible l'aprofitament dels elements constructius i energètics que ens ofereix l'alimentació. També són necessàries per a l'acció d'alguns enzims², és a dir, actuen com a coenzims³.

Quan hi ha deficiència de la quantitat de vitamines que l'organisme requereix, parlem d'avitaminosi. Això provoca errors en l'activitat metabòlica, ja que les vitamines són coenzims que ajuden els enzims en els seus processos catalítics. Per contra, parlem d'hipervitaminosi quan es tracta d'una acumulació excessiva (més de deu vegades la quantitat recomanada) d'una vitamina concreta a l'organisme.

És difícil classificar les vitamines, ja que es tracta d'un grup molt heterogeni pel que fa a estructura i funcions. La classificació més utilitzada és en funció de la seva solubilitat. Segons aquest criteri, es poden classificar en liposolubles, que són les vitamines solubles en olis i greixos i hidrosolubles, que són les vitamines solubles en aigua.



Aliments rics en vitamines

¹ Metabolisme: Conjunt de reaccions químiques que tenen lloc dins les cèl·lules i s'ocupen de les funcions vitals dels organismes.

² Enzims: Substàncies orgàniques que acceleren les reaccions químiques.

³ Coenzims: Petites molècules orgàniques que transporten grups químics entre els enzims.

1.2. Tipus de vitamines

1.2.1. Vitamines liposolubles

Les vitamines liposolubles són insolubles en aigua, i solubles en olis i greixos. Aquestes són absorbides pels quilomicrons⁴, que es troben a l'intestí prim i a la sang. Per la seva absorció és necessària la presència de la bilis i dels enzims pancreàtics. Si hi ha un dèficit en l'absorció de grasses dins el nostre cos també n'hi haurà de les vitamines liposolubles. Se n'ha de regular el consum, ja que no s'eliminen ni s'absorbeixen fàcilment; el seu excés dins l'organisme pot resultar tòxic i poden causar la hipervitaminosi. Es tracta de les vitamines A, D, E i K.

Vitamines liposolubles			
Nom	Funció	Fonts	Deficiència
Vitamina A (Carotè)	Formació i manteniment de les dents, la pell, els cabells i els ossos. Ajuda a una bona visió. És un antioxidant.	Pastanagues Cols Espinacs Bròquil Ous Fetge	Ceguesa, pell seca, problemes respiratoris i interrupció del creixement
Vitamina D (Calciferol)	Regula el metabolisme calci i contribueix a la formació òssia i dental.	Llum solar Ous Làctics Peixos grassos	Raquitisme ⁵ (nens) i osteoporosi, hipocalcèmia i osteomalàcia ⁶ (adults)
Vitamina E (Tocoferol)	És un antioxidant que evita l'envelliment de les cèl·lules. Manté fort el sistema immunitari. Ajuda a la formació dels glòbuls vermells.	Olis vegetals Fruits secs Hortalisses verdes Sucs de fruita	Malaltia del Crohn, fibrosi quística i trastorns reproductors
Vitamina K (Naftoquinona)	Intervé en la coagulació sanguínia. Regula el metabolisme del calci.	Vegetals verds Peix Olis vegetals Formatge Fetge de porc	Osteoporosi, hemorràgies, problemes de coagulació i anèmia

Taula de classificació de les vitamines liposolubles

⁴ Quilomicrons: Lipoproteïnes que se sintetitzen a les cèl·lules epitelials de l'intestí.

⁵ Raquitisme: Malaltia produïda per la disminució de l'absorció de calci a l'intestí i que afecta el creixement dels ossos dels nens petits.

⁶ Osteomalàcia: Afebliment dels ossos provocat per una mala mineralització.

1.2.2. Vitamines hidrosolubles

Són les vitamines que es poden dissoldre en aigua. Com que no tendeixen a emmagatzemar-se dins l'organisme, les hem d'ingerir amb més freqüència que les liposolubles. L'única vitamina que s'emmagatzema dins el nostre cos és la B₁₂, que es troba al fetge. Són fàcilment excrètades pel cos a través de l'orina, per tant, és molt difícil que produeixin efecte tòxic sobre l'organisme. Aquestes vitamines són precursors dels coenzims i són necessàries per a moltes reaccions químiques del metabolisme de l'organisme. Formen part d'aquest grup les vuit vitamines del grup B i la vitamina C.

Vitamines hidrosolubles			
Nom	Funció	Fonts	Deficiència
Vitamina B1 (Tiamina)	Ajuda a convertir els carbohidrats en energia. Intervé en la contracció muscular. Transforma àcid pirúvic durant la respiració cel·lular.	Cereals Llegums Carn de porc Llet Ous	Beri-beri (paràlisi en la musculatura, trastorns del sistema nerviós, fatiga i falta de gana)
Vitamina B2 (Riboflavina)	Està implicada en el metabolisme d'hidrats de carboni, greixos i proteïnes. S'ocupa de la salut ocular i de la pell.	Làctics Fetge Carn Vegetals verds Fruits secs	Dermatitis (inflamació a la pell) i ferides a la boca
Vitamina B3 (Niacina)	S'ocupa de l'obtenció d'energia i manté la pell sana. Ajuda a reduir el colesterol.	Peix Patates Pa Làctics	Síndrome de les tres D (diarrea, dermatitis i demència)
Vitamina B5 (Àcid pantotènic)	S'ocupa del metabolisme energètic, de la síntesi de greixos i de les hormones. És important per regenerar la pell, les ungles i els cabells.	Carn Peix Llegums Llevats	Alteracions nervioses, cardiovasculars i gastroenteritis.
Vitamina B6 (Piridoxina)	Ajuda a prevenir trastorns del sistema nerviós i de la pell. Intervé en la producció de glòbuls vermells i reforça el sistema immunitari.	Carn Peix Cereals Llegums	Dermatitis, afebliment i dolors musculars
Vitamina B8 (Biotina)	Intervé en el metabolisme d'hidrats de carboni, àcids grassos i proteïnes. És essencial per al creixement	Ous Llet Peix Llegums	Dermatitis, debilitat i dolors musculars

Vitamina B9 (Àcid fòlic)	És imprescindible per al desenvolupament embrionari ja que sintetitza cèl·lules de teixits nous.	Carn Hortalisses Llavors	Anèmia ,i en el cas de les embarassades, pot provocar malformació en el fetus.
Vitamina B12 (Cianocobalamina)	És essencial per al bon funcionament del sistema nerviós. Fa funció de coenzim del metabolisme de l'ADN.	Origen animal Suplements (en cas dels vegetarians)	Anèmia i trastorns nerviosos
Vitamina C (Àcid ascòrbic)	Síntesi del col·lagen. Augmenta la resistència a les infeccions i ajuda a cicatritzar.	Cítrics Vegetals	Escorbut (caiguda de dents i debilitat)

Taula de classificació de les vitamines hidrosolubles

2. LA VITAMINA C

2.1. Definició

La vitamina C, coneguda com a àcid ascòrbic, és un nutrient essencial per als humans i, juntament amb totes les vitamines del grup B, pertany al grup de les vitamines hidrosolubles. A diferència d'altres mamífers i animals, els humans no som capaços de sintetitzar-la per nosaltres mateixos; només la podem obtenir a través de l'alimentació i dels complements nutricionals. Les seves fonts principals són els cítrics i els vegetals crus. El més recomanable és menjar fruites i verdures fresques, ja que l'àcid ascòrbic s'oxida i es degrada fàcilment per acció de la calor i quan entra en contacte amb l'aire.

El cos necessita una quantitat superior de vitamina C durant l'embaràs i la lactància, en èpoques d'estrès, durant l'etapa de creixement i en el cas dels fumadors i esportistes.



Aliments rics en vitamina C

2.2. Funcions

Les funcions més importants de la vitamina C són les següents:

- **Formació del col·lagen:** La vitamina C intervé en l'expressió dels gens que regulen la formació del col·lagen.
- **Defensa enzimàtica cutània:** La vitamina C treballa de forma conjunta amb la vitamina E i s'encarreguen de captar i eliminar els radicals lliures responsables de l'envelliment cutani.
- **Desenvolupament i protecció neuronal:** S'ha observat que les neurones necessiten una gran quantitat de vitamina C per a la seva maduració. Un cop madures, necessiten gran quantitat d'aquesta vitamina per protegir-se de l'estrès oxidatiu.
- **Absorció de ferro:** L'àcid ascòrbic és capaç d'unir-se a la molècula de ferro i alterar-ne la conformació per afavorir la seva absorció a l'intestí.
- **Cardioprotecció:** La vitamina C pot tenir un efecte antioxidant sobre el colesterol LDL, ja que pot evitar-ne l'oxidació i la posterior acumulació a les artèries.

2.3. Beneficis

- **Beneficis per al refredat comú:** S'ha demostrat que prendre dosis altes de vitamina C no disminueix el risc de patir un refredat però sí que en pot escurçar la durada.
- **Beneficis per als fumadors:** La vitamina C pot oferir beneficis protectors importants per a les persones que fumen i les que hi estan exposades. Fumar està relacionat amb nivells elevats de proteïna C reactiva (PCR); una dosi elevada de vitamina C ajuda a combatre els nivells de PCR excessius.
- **Beneficis per a la regeneració de teixits:** Un dels papers principals de la vitamina C és la formació del col·lagen, proteïna que dona suport als ossos, els cartílags, les dents, els tendons i forma part de la pell i dels vasos sanguinis. El col·lagen es troba pràcticament a tots els teixits de l'organisme i la vitamina C s'encarrega de mantenir la integritat d'aquest teixit.
- **Reducció de riscos cardiovasculars:** Dosis de 500 mg o superiors de vitamina C tenen una acció vasodilatadora en persones amb insuficiència cardíaca. En canvi, nivells moderats de vitamina C en persones sanes s'han relacionat amb una disminució de patir aquestes malalties.
- **Diabetis:** La vitamina C és útil en pacients amb diabetis perquè col·labora a mantenir la funció immunitària dels glòbuls blancs i els nivells de glucosa a la sang. També participa en la integritat dels vasos sanguinis i afavoreix bons nivells de colesterol.

- **Disminució de símptomes de l'anèmia:** Una dieta rica en vitamina C afavoreix l'absorció de ferro i alleuja els símptomes anèmics.
- **Control de pes:** La vitamina C és imprescindible per a la síntesi de la L-carnitina i per al correcte funcionament del metabolisme. Per tant, nivells òptims d'aquesta vitamina afavoreixen la lipòlisi (crema de grasses) i contribueixen a controlar el pes corporal.
- **Prevenió del càncer:** Els radicals lliures i els processos oxidatius estan implicats en la producció de tumors. Com que actua com a antioxidant, la vitamina C pot bloquejar alguns d'aquests processos.
- **Facilita l'obtenció d'energia durant l'exercici:** Tot i que l'exercici físic és beneficiós per a l'organisme, fer-ne pot comportar un augment de la producció de radicals lliures perjudicials per a l'organisme. La vitamina C, que actua com a antioxidant, pot neutralitzar els radicals lliures i ajudar els músculs a produir més energia.

2.4. Ingesta diària recomanada

La ingesta diària recomanada (IDR) correspon a la quantitat requerida per l'ésser humà per al consum diari de qualsevol tipus de substància.

Les dosis recomanades de vitamina C es basen en quantitats mínimes que necessita l'organisme per tal de no patir malalties com l'escorbut⁷. La quantitat de vitamina C que hem d'ingerir no és per a tothom igual. Aquesta varia en funció de l'edat, el sexe, el tipus de dietes que se segueixen i altres factors com el fet de ser fumador, o bé d'estar embarassada o en període de lactància. En general, però, es creu que amb una dieta variada i equilibrada amb aliments frescos i sense la necessitat de prendre suplementes d'aquesta vitamina, ja s'arriba sense problemes a la dosi recomanada per a cada franja d'edat.

Dosis molt altes de vitamina C poden causar diarrea en el cas dels adults, ja que com que es tracta d'una vitamina hidrosoluble, a través de la diarrea s'elimina la porció d'aigua sobrant.

En condicions d'estrès, els animals i els humans consumim gran part de les nostres reserves de vitamina C. Els animals mostren un gran avantatge sobre els humans, ja que són capaços de compensar les pèrdues produïdes sintetitzant la seva pròpia vitamina C. En el cas dels humans, en canvi, per compensar aquestes pèrdues necessitem ingerir més aliments rics en aquesta vitamina.

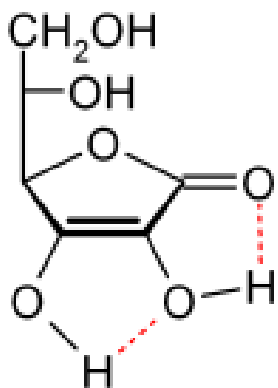
⁷ Escorbut: Malaltia produïda pel dèficit de vitamina C.

Ingesta diària recomanada de vitamina C			
Etapa de la vida	Edat	Homes (mg / dia)	Dones (mg / dia)
Infants	0-6 mesos	40	40
Infants	7-12 mesos	50	50
Nens	1-3 anys	15	15
Nens	4-8 anys	25	25
Nens	9-13 anys	45	45
Adolescents	14-18 anys	75	65
Adults	19 / +19 anys	90	75
Fumadors	19 / +19 anys	125	110
Embaràs	18 / -18 anys	-	80
Embaràs	19 / +19 anys	-	85
Lactància	18 / -18 anys	-	115
Lactància	19 / +19 anys	-	120

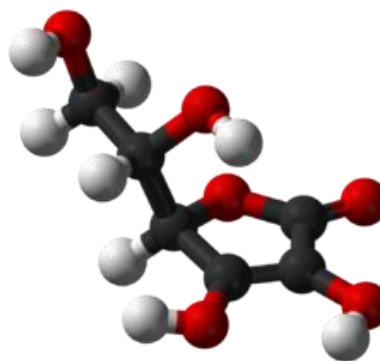
Taula de la ingesta diària recomanada de vitamina C en funció de l'edat

2.5. Estructura química

L'àcid ascòrbic és la forma enòlica⁸ d'una cetolactona⁹ alfa de sis carbonis, que deriva de la glucosa. Té una estructura de lactona i hi trobem dos grups hidroxils (grups OH units a carbonis que formen dobles enllaços). Es formen enllaços de ponts d'hidrogen intramoleculars que contribueixen a l'estabilitat i les qualitats químiques.



Estructura química



Forma 3D

⁸ Enòlica: Relatiu a l'enol, hidrocarbur que té un grup hidroxil unit a un dels àtoms de carboni amb doble enllaç.

⁹ Cetolactona: Compost orgànic en forma d'ester cíclic. Es tracta d'un grup alcohol i d'un grup carboxil a la mateixa molècula.

2.5.1. Propietats físiques i químiques

General	
Nom químic	Àcid ascòrbic, Vitamina C
Fórmula molecular	C ₆ H ₈ O ₆
Propietats físiques i químiques	
Aspecte i color	Pols blanca
Olor	Inodor
Estat d'agregació	Sòlid
Massa molar	176,12 g/mol
Densitat	1,65 g/cm ³
Punt de fusió	463 K (190 °C)

Taula de les propietats físiques i químiques de l'àcid ascòrbic

2.6. Síntesi

En la majoria d'animals i plantes l'àcid ascòrbic se sintetitza a partir de la glucosa, extreta del glicogen. Per tant, la síntesi de la vitamina C és un procés que depèn de la glicogenòlisi¹⁰. Els rèptils i les espècies més antigues d'aus sintetitzen l'àcid ascòrbic als ronyons. En canvi, les espècies més recents d'aus i els mamífers el sintetitzen al fetge, on l'enzim gulonolactona oxidasa¹¹ converteix la glucosa en àcid ascòrbic.

En canvi, els humans, altres primats i els conillets d'índies no som capaços de sintetitzar la L-gulonolactona oxidasa i, per tant, som incapaços de fabricar el nostre propi àcid ascòrbic al fetge. Aquest fet és degut a una mutació. Aquestes espècies, però, podem fer servir els baixos nivells disponibles de les nostres dietes reciclant la vitamina C oxidada.

2.7. Absorció

L'absorció de la vitamina C comença a la mucosa de la boca, però la major part d'aquesta absorció té lloc a la part superior de l'intestí prim. Com més gran sigui la quantitat que ingerim, més petit serà el percentatge d'absorció. La major part de vitamina C es troba lliure a la sang, tot i així, una quarta part està unida a proteïnes. Com que el cos no pot emmagatzemar-ne grans quantitats de cop, se n'elimina l'excés a través de l'orina. A vegades, una part d'àcid ascòrbic es converteix en càlculs renals, en conseqüència, hi ha major risc de patir pedres al ronyó.

¹⁰ Glicogenòlisi: Ruta metabòlica per la qual el glucogen es degrada i es converteix en glucosa.

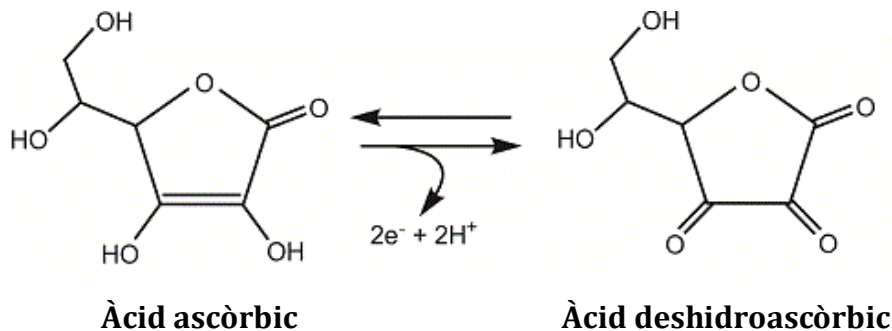
¹¹ Gulonolactona oxidasa: Enzim que produeix vitamina C però que no és funcional en els humans i altres espècies.

2.8. Oxidació

L'oxigen de l'aire actua sobre les vitamines. L'oxidació de la molècula varia en funció de quina és la vitamina que es posa en contacte amb l'aire. Es produeix una modificació més o menys important en la constitució de la molècula i el seu efecte vitamínic disminueix o fins i tot pot arribar a desaparèixer. La vitamina C és la més sensible a reaccions d'oxidació, però trobem factors que afavoreixen o retarden aquesta oxidació.

La vitamina C és un potent reductor; perd amb facilitat els àtoms d'hidrogen i es transforma en àcid deshidroascòrbic en una reacció reversible. Finalment, perd la seva activitat vitamínica quan també perd l'anell làctic de l'àcid deshidroascòrbic que s'hidrolitza i dona lloc a l'àcid dicetoglucònic.

També es pot produir l'oxidació de l'àcid ascòrbic sense la intervenció d'enzims, en presència de metalls com el ferro o el coure, que actuen com a catalitzadors.



Oxidació de l'àcid ascòrbic

2.9. Aliments rics en vitamina C

Els aliments que tenen un contingut més alt de vitamina C són principalment les fruites i les verdures. El seu contingut, però, disminueix en mullar, bullir o coure els aliments.

A continuació trobareu una taula on s'indiquen els aliments més rics en vitamina C i la quantitat d'aquesta vitamina que aporten per cada 100 grams. Aquests valors només són orientatius, ja que els valors reals de vitamina C als aliments depenen de molts factors. Alguns d'aquests podrien ser el tipus de planta, l'estat de la terra on s'ha cultivat, el clima, la permanència al camp des del moment de la collita, les condicions del camp i també la preparació i la cocció dels aliments.

És per això que, per aprofitar al màxim la quantitat de vitamina C que ens proporcionen les fruites i verdures, es recomana prendre aquests aliments el més aviat possible després d'haver-los collit o just després d'una bona congelació. També és important menjar les fruites o verdures amb pell, rentades prèviament, ja que gran part de la vitamina C es troba a la pela o just a sota.

Fonts	Vitamina C (mg / 100 g)
Pruna de Kakadu	3100
Camu-camu	2800
Acerola	2100
Gavarró	900
Guaiaba	230
Grosella negra	200
Pebrot vermell	135
Julivert	130
Col de Brussel·les	112
Bròquil	110
Fonoll	93
Kiwi	90
Raïm	90
Papaia	70
Maduixa	65
Caqui	60
Col	51
Coliflor	50
Taronja	50
Llimona	40
Pomelo	40
Meló	40
Mandarina	35
Espinacs	30
Préssec	30
Faves	28
Ceba	28
Pinya	27
Pèsols	25
Mores	24
Alvocat	20
Poma	15
Plàtan	10
Pera	5

Taula d'aliments rics en vitamina C i quantitat per 100 grams

2.10. Deficiència

Amb una dieta variada i equilibrada és difícil tenir deficiència de vitamina C. Tot i així, algunes persones poden no arribar a la dosi mínima recomanada i, per tant, faltar-los aquesta vitamina. Això es pot solucionar fàcilment augmentant la dosi de fruites i vegetals o a través de suplementes de vitamina C.

2.10.1. Síntomes de la deficiència de vitamina C

Els símptomes de la deficiència de vitamina C són els següents:

- Sagnat nasal i de les genives
- Pell i cabells secs
- Fragilitat dels ossos i les articulacions
- Anèmia
- Mala cicatrització de les ferides
- Debilitat de l'esmalt dental
- Disminució de la capacitat de combatre infeccions i malalties

2.10.2. Escorbut

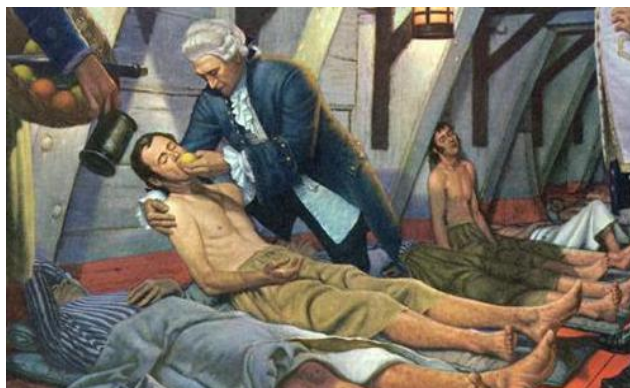
L'escorbut és la malaltia produïda per la falta de vitamina C, necessària per a la síntesi correcta del col·lagen al nostre cos. Per tant, sense aquesta vitamina la funció del col·lagen es troba alterada. Actualment aquesta malaltia és molt poc freqüent; antigament només es trobava en llocs on hi havia manca gairebé total de fruites i verdures fresques, per això la patien els mariners a alta mar o els que vivien als camps de refugiats.

2.10.2.1. Història

L'escorbut va ser una malaltia molt comuna durant el s.XV quan es van començar a iniciar grans viatges marítims per buscar noves rutes. Això feia que les tripulacions dels vaixells estiguessin molts mesos sense tocar terra i, per tant, no podien menjar fruites ni verdures fresques. Aquest fet els provocava la falta de la dosi de vitamina C recomanada.

Durant molt de temps aquesta malaltia es va conèixer com “la pesta” dels mariners. Es considerava contagiosa i, com que no se'n coneixia l'origen, es creia que era deguda al fred d'alta mar. Molts mariners van patir escorbut i fins i tot alguns van acabar morint. Quan desembarcaven a les illes i podien menjar fruites i vegetals frescos, observaven que els símptomes de la malaltia desapareixien i molts dels afectats es recuperaven.

No va ser fins el 1747, però, quan el cirurgià Jame Lind va portar a terme un experiment clínic i va subministrar diferents complements nutricionals als mariners afectats. En aquell moment es va descobrir que aliments rics en vitamina C, com les llimones i les taronges, disminuïen els símptomes i els curaven de la malaltia.



Mariners afectats per l'escorbut

2.10.2.2. Síntomes de l'escorbut

Els símptomes principals de la malaltia són els següents:

- Sagnat de genives i hemorràgies
- Caiguda de dents
- Dolor intens a tot el cos i malestar general
- Mala cicatrització de les ferides
- Taques negres a la pell
- Mort, en els casos més greus

2.11. Excés de vitamina C

La vitamina C és una de les vitamines més segures i inofensives. Si superem els 1000 mg al dia, però, pot provocar una sèrie de complicacions al nostre cos degudes a l'acidesa de la vitamina C. Aquestes complicacions es poden reduir i eliminar amb ascorbats minerals no àcids. Una sobredosi d'aquesta vitamina no es pot considerar un problema gaire greu, ja que, al formar part del grup de les vitamines hidrosolubles, se n'elimina l'excés per l'orina; tot i això, cal evitar arribar a aquests extrems. Els símptomes que ens indiquen un excés de vitamina C al nostre cos són els següents:

- Diarrea, nàusees i vòmits
- Acidesa estomacal
- Rampes abdominals
- Càlculs renals

PART PRÀCTICA

1. Objectius

- Determinar si la quantitat de vitamina C que ens indica l'etiqueta d'una marca concreta de suc de taronja s'ajusta a la quantitat calculada de forma pràctica.
- Determinar la relació que hi ha entre el preu del tetrabric de suc i la quantitat de vitamina C que conté.
- Determinar si la temperatura influeix en la quantitat de vitamina C d'una mostra de suc de taronja natural.
- Determinar si la llum influeix en la quantitat de vitamina C d'una mostra de suc de taronja industrial.
- Determinar quin és el suc de fruita que conté més vitamina C: el de taronja, el de kiwi o el de maduixa.

2. Material i reactius

Reactius



Sucs de taronja industrials



Taronges



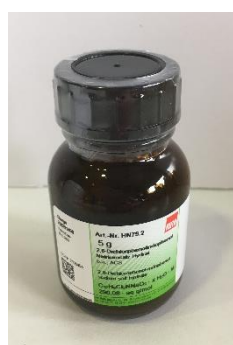
Kiwis



Maduixes



Àcid ascòrbic



2,6-diclorofenol
indofenol



Àcid oxàlic



Aigua destil·lada

Material



Matrassos aforats



Balança electrònica



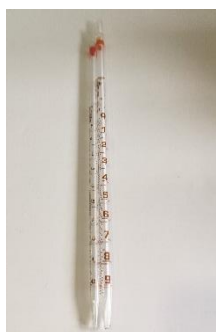
Bureta



Erlenmeyers



Suport metàl·lic
amb pinça i nou



Pipetes



Aspiradors de pipetes



Vasos de precipitats



Embuts



Espremedora



Comptagotes



Liquidora



Paper de filtre



Vidre de rellotge



Vareta de vidre



Espàtula



Colador



Termòmetre



Bata



Guants

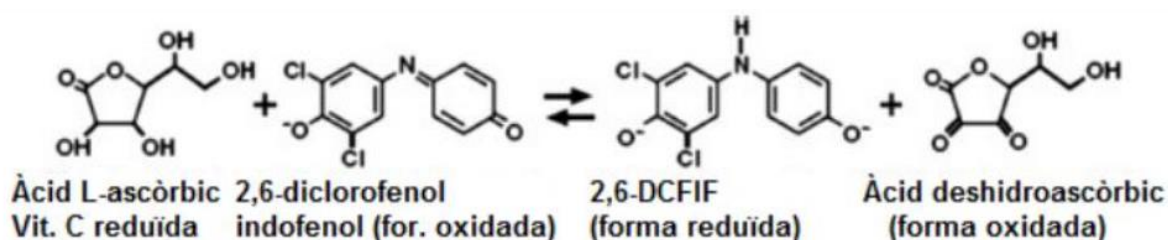


Ulleres

3. Metodologia

Per analitzar quantitativament la vitamina C d'aquestes fruites es portarà a terme una reacció redox. S'utilitzarà el 2,6-diclorofenol indofenol com a agent oxidant i l'àcid ascòrbic com a agent reductor. El poder reductor d'aquest compost és degut a la pèrdua de dos àtoms d'hidrogen de la molècula que són captats pel 2,6-diclorofenol indofenol, que queda reduït.

L'equació química de la reacció redox entre l'àcid ascòrbic i el 2,6-DCFIF és la següent:



Reacció entre la vitamina C i el 2,6-DCFIF

La valoració finalitza quan s'observa un canvi de color de la solució de color taronja a marronós. És en aquest moment quan tota la vitamina C de la dissolució ha reaccionat i ha canviat de color. Finalment, s'anota el volum de colorant consumit i es fan els càlculs necessaris per establir els mil·ligrams de vitamina C present en cada 100 mL de suc.

4. Preparació de les solucions

4.1. Solució aquosa de 2,6-diclorofenol indofenol (1/1000)

1. Es pesen 0,25 g del producte sòlid en un vidre de rellotge.
2. Es posen 100 mL d'aigua destil·lada en un vas de precipitats i es barreja per dissoldre.
3. S'aboca la dissolució en un matràs aforat de 250 mL, s'enrasa, es tapar el matràs i es barreja.
4. Es filtra per eliminar les restes de pols que no s'hagin dissolt.

El càlcul realitzat per a aquesta dissolució és el següent:

$$250 \text{ mL} * \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} * \frac{0,25 \text{ g DCFIF}}{0,25 \text{ L}} = 0,25 \text{ g de 2,6-DCFIF}$$

Les dissolucions de 2,6-diclorofenol indofenol tenen una durada d'uns quinze dies i s'han d'utilitzar immediatament després de la seva preparació.

El colorant 2,6-DCFIF pot provocar taques difícils d'eliminar a la pell i a la roba, i és per això que cal evitar-ne el contacte.

Un cop acabades les valoracions, cal dipositar les restes de colorant i dissolucions al contenidor de recollida selectiva de compostos orgànics halogenats.

4.2. Solució patró d'àcid ascòrbic (1000 mg d'àcid ascòrbic / litre)

1. Es pesen 0,50 g d'àcid ascòrbic en un vidre de rellotge.
2. Es posen 100 mL d'aigua destil·lada en un vas de precipitats i es barreja per dissoldre.
3. S'aboca la dissolució en un matràs aforat de 5000 mL, s'enrasa, es tapar el matràs i es barreja.

El càlcul realitzat per a aquesta dissolució és el següent:

$$500 \text{ mL} * \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} * \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ L}} * \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 0,5 \text{ g d'àcid ascòrbic}$$

4.3. Solució d'àcid oxàlic (0,4 % en massa)

1. Es pesen 2,8 g d'àcid oxàlic hidratat.
2. Es posen 100 mL d'aigua destil·lada en un vas de precipitats i es barreja per dissoldre.
3. S'aboca la dissolució en un matràs aforat de 5000 mL, s'enrasa, es tapar el matràs i es barreja.

El càlcul realitzat per a aquesta dissolució és el següent:

$$0,5 \text{ L solució} * \frac{1000 \text{ g solució}}{1 \text{ L solució}} * \frac{0,4 \text{ g àcid oxàlic}}{100 \text{ g solució}} * \frac{126 \text{ g àcid oxàlic hidratat}}{90 \text{ g àcid oxàlic}} = 2,8 \text{ g àcid oxàlic hidratat}$$

Pictograma de seguretat

Davant qualsevol reactiu hem de tenir en compte els pictogrames de seguretat que ens adverteixen dels perills que comporta. El reactiu de l'àcid oxàlic conté el següent pictograma de seguretat associat:

- Irritació cutània: el producte pot provocar irritació a les vies respiratòries, als ulls, al nas i a la pell. També es podria donar el cas de somnolència o vertigen.



Les mesures més recomanables són utilitzar el producte a l'exterior o en llocs ben ventilats, i amb guants i bata per evitar contacte amb el cos.

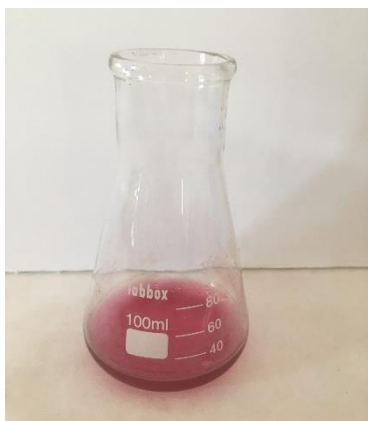


Dissolucions preparades

5. Estandardització del colorant

S'ha de fer cada vegada que es prepari una nova dissolució del colorant. S'utilitza per saber la quantitat de 2,6-diclorofenol indofenol preparat que reacciona amb 1 mL de solució estàndard d'àcid ascòbic.

1. Es prepara el suport metàl·lic amb la pinça i la nou, i se subjecta la bureta de 25 mL.
2. En un erlenmeyer es posa 1 mL de solució patró d'àcid ascòbic i 10 mL de solució d'àcid oxàlic al 0,4 %.
3. Es col·loca l'erlenmeyer sota la bureta i es va afegint la solució de colorant. Al mateix temps es va agitant l'erlenmeyer.
4. La valoració s'acaba quan s'observa un canvi de color permanent de la solució de l'erlenmeyer d'incolores a vermell-rosat. Després s'anota el volum de solució de colorant gastat.
5. Es repeteix el procediment tres vegades per reduir els errors.
6. La relació mL de colorant / mg d'àcid ascòbic es calcula tenint en compte que la solució patró d'àcid ascòbic utilitzada conté 1000 mg d'àcid ascòbic per cada litre de dissolució.



Estandardització del colorant

Càlculs

Primera estandardització (7-07-2020)

En la taula que es mostra a continuació trobem els resultats del volum de colorant gastat en cada una de les repeticions i el valor de la mitjana, que és el que s'utilitza posteriorment per fer els càlculs. Aquesta estandardització correspon a l'experiment 1.

Repeticions	Volum de colorant gastat
1	1,8 mL
2	1,7 mL
3	1,6 mL
Mitjana	1,7 mL

Càlculs realitzats per establir la relació mL de colorant / mg d'àcid ascòrbic:

$$\frac{1,7 \text{ mL colorant}}{1 \text{ mL solució patró àcid ascòrbic}} * \frac{1000 \text{ mL solució patró àcid ascòrbic}}{1000 \text{ mg àcid ascòrbic}} = \frac{1,7 \text{ mL colorant}}{\text{mg àcid ascòrbic}}$$

Segona estandardització (27-07-2020)

En la taula que es mostra a continuació trobem els resultats del volum de colorant gastat en cada una de les repeticions i el valor de la mitjana, que és el que s'utilitza posteriorment per fer els càlculs. Aquesta estandardització correspon als experiments 2 i 3.

Repeticions	Volum de colorant gastat
1	2 mL
2	2,1 mL
3	1,8 mL
Mitjana	2 mL

Càlculs realitzats per establir la relació mL de colorant / mg d'àcid ascòrbic:

$$\frac{2 \text{ mL colorant}}{1 \text{ mL solució patró àcid ascòrbic}} * \frac{1000 \text{ mL solució patró àcid ascòrbic}}{1000 \text{ mg àcid ascòrbic}} = \frac{2 \text{ mL colorant}}{\text{mg àcid ascòrbic}}$$

Tercera estandardització (8-09-2020)

En la taula que es mostra a continuació trobem els resultats del volum de colorant gastat en cada una de les repeticions i el valor de la mitjana, que és el que s'utilitza posteriorment per fer els càlculs. Aquesta estandardització correspon a l'experiment 4.

Repeticions	Volum de colorant gastat
1	2,4 mL
2	2,3 mL
3	2,4 mL
Mitjana	2,4 mL

Càlculs realitzats per establir la relació mL de colorant / mg d'àcid ascòrbic:

$$\frac{2,4 \text{ mL colorant}}{1 \text{ mL solució patró àcid ascòrbic}} * \frac{1000 \text{ mL solució patró àcid ascòrbic}}{1000 \text{ mg àcid ascòrbic}} = \frac{2,4 \text{ mL colorant}}{\text{mg àcid ascòrbic}}$$

6. Experiments

6.1. Experiment 1: Quantitat de vitamina C etiqueta i calculada experimentalment

En aquest experiment es determinarà si la quantitat de vitamina C que s'indica a l'etiqueta dels suc de taronja industrials s'ajusta a la quantitat de vitamina C calculada de forma pràctica. També es determinarà la marca de suc de taronja que conté més vitamina C.

- **Problema**

La quantitat de vitamina C que ens indica l'etiqueta d'una marca determinada de suc de taronja s'ajusta a la quantitat de vitamina C calculada experimentalment?

- **Hipòtesis**

- Potser la quantitat de vitamina C del tetrabric serà més alta que la calculada experimentalment.
- Potser els suc de marques cares contindran més vitamina C que els suc de marques més econòmiques.

- **Variable dependent:** quantitat de vitamina C de la mostra.

- **Variable independent:** marques de suc utilitzades. Les marques de les quals es disposa són les següents: Ametller Origen, Bonpreu, Condis, Dia, Don Simon, Gourmet, Granini i Hacendado.

○ **Variables controlades**

- Tipus de suc de fruita: s'ha utilitzat suc de taronja industrial en cada experiment.
- Marca del suc: s'han utilitzat vuit marques diferents de suc de taronja.
- Quantitat de mostra de suc: s'han utilitzat 5 mL de suc en cada experiment.

○ **Procediment**

1. Es mesuren 5 mL de suc de taronja industrial i es posen en un erlenmeyer amb 10 mL de dissolució d'àcid oxàlic al 0,4 %.
2. Es posa colorant a la bureta.
3. Es fa la valoració i s'anota el volum de colorant consumit. La valoració finalitza quan s'observa un canvi de color de la solució de taronja a marró.
4. Es calcula la quantitat d'àcid ascòrbic (mg) en 100 mL de mostra tenint en compte el volum de colorant consumit en la valoració feta i el volum de colorant consumit per cada mg d'àcid ascòrbic, calculat a l'apartat d'estandardització de colorant.
5. Es repeteix el procediment tres vegades per tal que el resultat sigui fiable.
6. Es repeteix l'experiment amb cada marca de suc de taronja.



Valoració de les mostres

A continuació es mostra el canvi de color de taronja a marró que s'ha produït a la solució en portar a terme la valoració.



Mostra abans de la valoració



Mostra després de valorar

○ **Resultats i càlculs**

En les taules següents trobem els resultats obtinguts en el primer experiment. Per a cada marca de suc de taronja hi ha una taula on s'indica el volum de colorant consumit en cada repetició, la mitjana i els càlculs que determinen la quantitat de vitamina C present a cada mostra expressada en mg de vitamina C en 100 mL de suc.

AMETLLER ORIGEN	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	3,7 mL
2	3,7 mL
3	3,9 mL
Mitjana	3,8 mL

$$\frac{3,8 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{1,7 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{44,70 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

BONPREU	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	2,8 mL
2	2,6 mL
3	3 mL
Mitjana	2,8 mL

$$\frac{2,8 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{1,7 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{32,94 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

CONDIS	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	2,9 mL
2	3 mL
3	3,1 mL
Mitjana	3 mL

$$\frac{3 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{1,7 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{35,29 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

DIA	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	2,2 mL
2	2,3 mL
3	2 mL
Mitjana	2,2 mL

$$\frac{2,2 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{1,7 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{25,88 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

DON SIMON	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	2,4 mL
2	2,6 mL
3	2,5 mL
Mitjana	2,5 mL

$$\frac{2,5 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{1,7 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{29,41 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

GOURMET	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	1 mL
2	0,9 mL
3	0,7 mL
Mitjana	0,9 mL

$$\frac{0,9 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{1,7 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{10,58 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

GRANINI	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	2,5 mL
2	2,6 mL
3	2,5 mL
Mitjana	2,5 mL

$$\frac{2,5 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{1,7 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{29,41 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

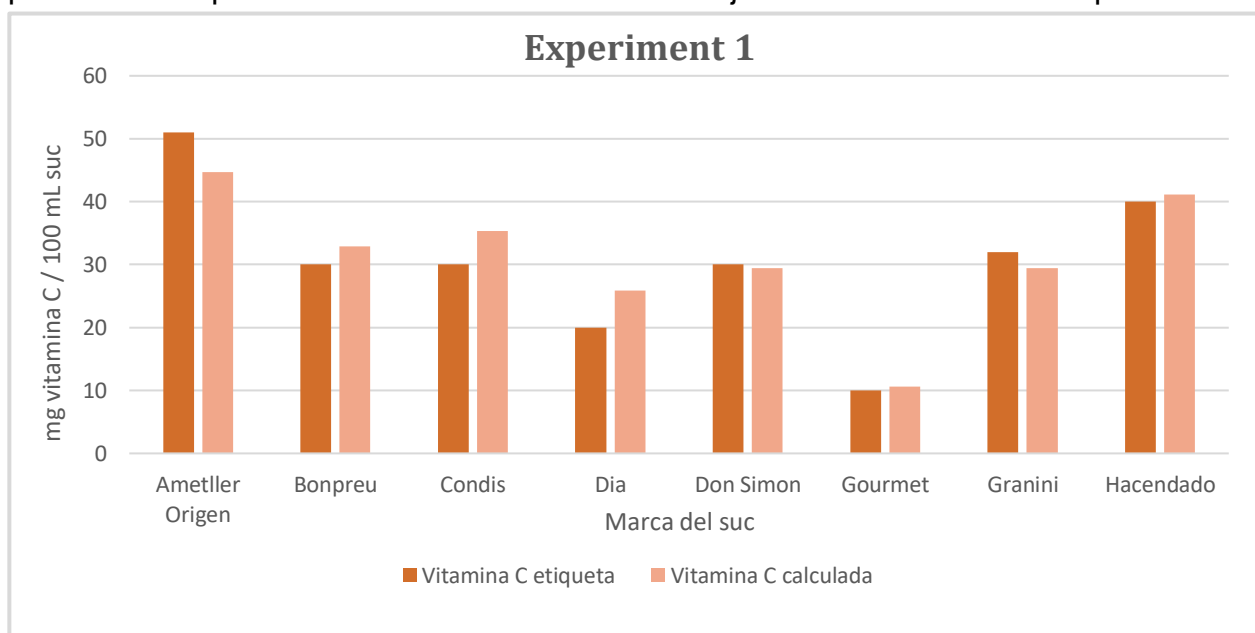
HACENDADO	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	3,5 mL
2	3,6 mL
3	3,4 mL
Mitjana	3,5 mL

$$\frac{3,5 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{1,7 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{41,17 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

En aquesta taula trobem tots els resultats obtinguts de l'experiment 1. D'una banda s'hi indica la marca del suc i el preu. De l'altra, ens mostra la quantitat de vitamina C que consta a l'etiqueta del suc i la calculada de forma pràctica. Finalment, hi ha els valors de l'error absolut i del relatiu.

Marca del suc	Preu / L	Vitamina C etiqueta (mg / 100 mL)	Vitamina C calculada (mg / 100 mL)	Error absolut	Error relatiu
Ametller origen	3,89 €	51 mg	44,70 mg	6,29	12,33 %
Bonpreu	0,70 €	30 mg	32,94 mg	2,94	9,80 %
Condis	0,72 €	30 mg	35,29 mg	5,29	17,63 %
Dia	1,09 €	20 mg	25,88 mg	5,88	29,41 %
Don Simon	1,60 €	30 mg	29,41 mg	0,59	1,96 %
Gourmet	0,85 €	10 mg	10,58 mg	0,58	5,80 %
Granini	1,99 €	32 mg	29,41 mg	2,58	8,08 %
Hacendado	1 €	40 mg	41,17 mg	1,17	2,94 %

El gràfic que trobem a continuació ens mostra i ens compara la quantitat de vitamina C que indica l'etiqueta de cada marca de suc de taronja i la calculada de forma pràctica.



- **Conclusions**

- Hipòtesi 1: Potser la quantitat de vitamina C del tetrabric serà més alta que la calculada experimentalment.

Es pot validar aquesta hipòtesi per a les marques Ametller Origen, Don Simon i Granini. Tal com podem veure en la gràfica, en aquestes marques la quantitat de vitamina C del tetrabric és més alta que la calculada experimentalment.

Per contra, per a les marques Bonpreu, Condis, Dia, Gourmet i Hacendado, es refusa la hipòtesi, ja que la quantitat de vitamina C calculada experimentalment és més alta que la del tetrabric.

El fet de poder validar la hipòtesi per a algunes marques i refusar-la per a unes altres es deu als errors que he comès al realitzar aquest experiment en les diferents marques de suc. També cal tenir present que només he fet tres rèpliques de l'experiment per a cada marca de suc. Per tal d'assegurar que els resultats fossin més fiables potser caldrien més rèpliques.

A la taula de la pàgina anterior es mostren els valors d'aquests errors i, tal com es pot observar, varien de l'1,96 % el més baix, fins a 29,41 % el més alt. Si el valor dels errors no hagués estat tan elevat, s'hauria pogut validar o refusar la hipòtesi per a totes les marques.

- Hipòtesi 2: Potser sucs de marques cares contindran més vitamina C que sucs de marques més econòmiques.

Es pot validar aquesta hipòtesi per a Ametller Origen. Aquesta marca és l'única en què s'estableix la relació que el suc més car és també el que conté un major contingut de vitamina C.

Per contra, no podem validar aquesta hipòtesi per a cap de les altres marques que s'han utilitzat en portar a terme aquest experiment, ja que no s'estableix aquesta relació.

6.2. Experiment 2: Temperatura

En aquest experiment es determinarà si la temperatura influeix en la quantitat de vitamina C d'una mostra de suc de taronja natural.

Es deixarà una mostra de suc de taronja natural a la nevera, una altra a temperatura ambient i una altra al sol durant dues hores i després s'analitzaran els resultats.

- **Problema**

Influeix la temperatura en la quantitat de vitamina C d'una mostra de suc de taronja natural?

- **Hipòtesi**

- Potser a baixes temperatures el contingut de vitamina C es manté constant respecte al principi de l'experiment. En canvi, a temperatures més altes el contingut de vitamina C disminueix.

- **Variable dependent:** quantitat de vitamina C de la mostra.

- **Variable independent:** temperatura.

- **Variables controlades**

- Taronges del mateix tipus que es mantenen a temperatura ambient. Totes les taronges són de la marca "Bollo".
- Temps d'espera: S'han mantingut les dues mostres de suc dues hores al sol o a la nevera.
- Recipient igual.
- Recipient obert.

- **Procediment**

1. Es fan 500 mL de suc de taronja natural i es manté a temperatura ambient.
2. Es cola el suc.
3. S'agafen 5 mL de suc filtrat i es posen en un erlenmeyer amb 10 mL de dissolució d'àcid oxàlic al 0,4 %.
4. Es posa colorant a la bureta.
5. Es fa la valoració i s'anota el volum de colorant consumit. La valoració finalitza quan s'observa un canvi de color de la solució de taronja a marró.

6. Es calcula la quantitat d'àcid ascòrbic (mg) en 100 mL de mostra tenint en compte el volum de colorant consumit en la valoració feta i el volum de colorant consumit per cada mg d'àcid ascòrbic, calculat a l'apartat d'estandardització de colorant.
7. Es repeteix el procediment tres vegades per tal que el resultat sigui fiable.
8. Es repeteix l'experiment amb el suc que ha estat a la nevera i el que ha estat al sol al cap d'una hora i al cap de dues hores.

○ **Resultats**

En aquesta taula es mostren les característiques principals que s'han tingut en compte en cada una de les mostres utilitzades en aquest experiment.

Mostres	Temperatura	Lloc	Graus
1	Ambient	Dins de casa	26 °C
2	Alta	Terrassa (sol)	32 °C
3	Baixa	Nevera	1 °C



Mostres per valorar

A continuació es mostra el canvi de color, de taronja a marró, que s'ha produït a la solució en portar a terme la valoració.



Mostra abans de la valoració



Mostra després de valorar

Primera valoració

A continuació es mostren els càlculs corresponents per determinar la quantitat de vitamina C inicial.

TEMPERATURA AMBIENT	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	3,6 mL
2	3,4 mL
3	3,5 mL
Mitjana	3,5 mL

$$\frac{3,5 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{35 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

Valoració al cap d'una hora

A continuació es mostren les taules i càlculs que corresponen a la quantitat de vitamina C al cap d'una hora. Hi trobem el resultat de les tres mostres sotmeses una hora a temperatura ambient, al sol i a la nevera.

TEMPERATURA AMBIENT	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	3,2 mL
2	3,4 mL
3	3,5 mL
Mitjana	3,3 mL

$$\frac{3,3 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{33 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

NEVERA	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	3,5 mL
2	3,6 mL
3	3,5 mL
Mitjana	3,5 mL

$$\frac{3,5 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{35 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

SOL	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	2,9 mL
2	2,7 mL
3	3 mL
Mitjana	2,8 mL

$$\frac{2,8 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{28 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

Valoració al cap de dues hores

A continuació es presenten les taules i càlculs que corresponen a la quantitat de vitamina C al cap de dues hores. Hi trobem el resultat de les tres mostres sotmeses dues hores a temperatura ambient, al sol i a la nevera.

TEMPERATURA AMBIENT	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	3,1 mL
2	3 mL
3	2,9 mL
Mitjana	3 mL

$$\frac{3 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{30 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

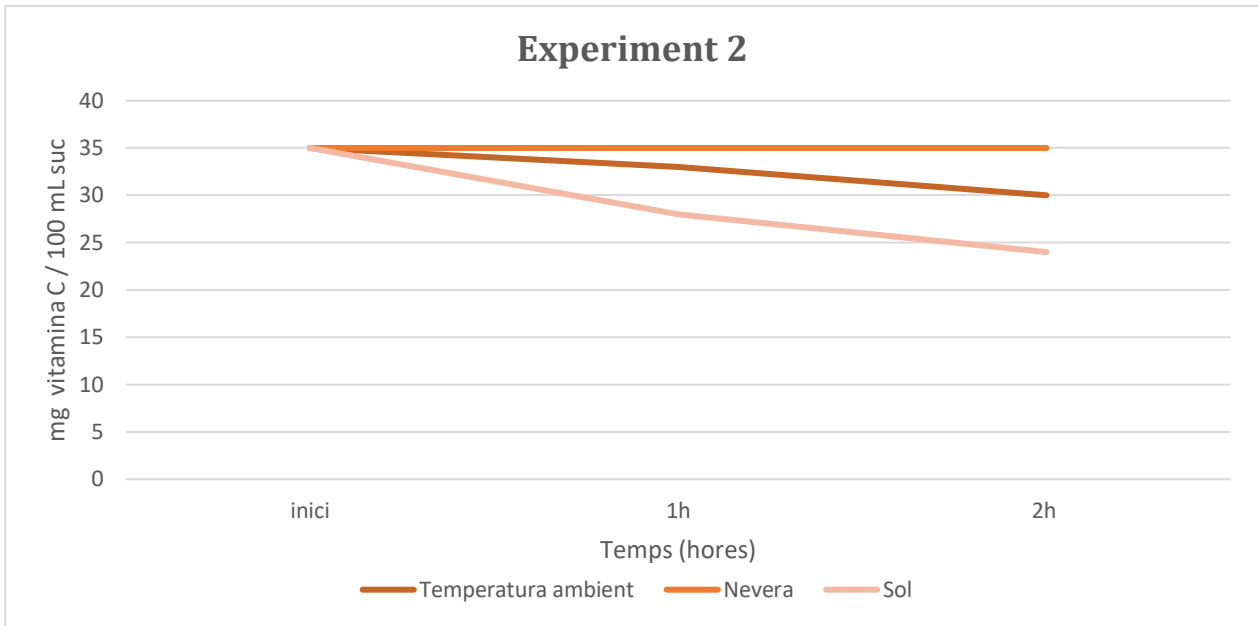
NEVERA	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	3,5 mL
2	3,5 mL
3	3,4 mL
Mitjana	3,5 mL

$$\frac{3,5 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{35 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

SOL	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	2,6 mL
2	2,5 mL
3	2,3 mL
Mitjana	2,4 mL

$$\frac{2,4 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{24 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

El següent gràfic ens mostra la disminució de la quantitat de vitamina C que s'ha produït en les mostres sotmeses a les diverses condicions.



○ Conclusions

- Hipòtesi 1: Potser a baixes temperatures el contingut de vitamina C es manté constant respecte al principi de l'experiment. En canvi, a temperatures més altes el contingut de vitamina C disminueix.

Es valida aquesta hipòtesi. Com es pot observar en el gràfic anterior, no s'ha produït cap disminució en la quantitat de vitamina C de la mostra sotmesa a baixes temperatures, és a dir, la que es trobava a la nevera.

També podem comprovar que la mostra que estava a temperatura ambient ha experimentat una petita disminució en la quantitat de vitamina C i que la que es trobava al sol n'ha experimentat una de més considerable.

Per tant, podem concloure, a partir dels resultats obtinguts, que a baixes temperatures no disminueix el contingut de vitamina C, mentre que a altes temperatures passa tot el contrari.

Els diferents ritmes en la disminució del contingut de vitamina C de les mostres es deuen al procés d'oxidació que experimenta aquesta vitamina. A baixes temperatures i a temperatura ambient, el procés d'oxidació de la vitamina C és lent i, en conseqüència, la disminució que es produeix al cap de dues hores és poc significativa. A temperatures més altes, en canvi, passa tot el contrari, ja que augmenta la velocitat d'oxidació i la disminució del contingut de vitamina C és més considerable.

6.3. Experiment 3: Llum

En aquest experiment es determinarà si la llum influeix en la quantitat de vitamina C d'una mostra de suc de taronja industrial.

Es deixarà una mostra de suc de taronja industrial al sol i una altra dins d'un armari, lloc sense llum. S'analitzaran els resultats durant els tres dies que dura l'experiment.

- **Problema**

Influeix la llum en la quantitat de vitamina C d'una mostra de suc de taronja industrial?

- **Hipòtesi**

- Potser a llocs opacs el contingut de vitamina C es manté constant respecte al principi de l'experiment.

- **Variable dependent:** quantitat de vitamina C de la mostra.

- **Variable independent:** llum

- **Variables controlades**

- Suc de la mateixa fruita: S'ha utilitzat suc de taronja industrial en cada mostra.
- Marca del suc: S'ha utilitzat la marca Granini en aquest experiment.
- Temps d'espera: S'han mantingut les dues mostres de suc tres dies al sol i dins un armari.
- Recipient igual
- Recipient obert

- **Procediment**

1. S'agafen 5 mL de suc de taronja industrial i es posen en un erlenmeyer amb 10 mL de dissolució d'àcid oxàlic al 0,4 %.
2. Es posa colorant a la bureta.
3. Es porta a terme la valoració i s'anota el volum de colorant consumit. La valoració finalitza quan s'observa un canvi de color de la solució de taronja a marró.
4. Es calcula la quantitat d'àcid ascòrbic (mg) en 100 mL de mostra tenint en compte el volum de colorant consumit en la valoració feta i el volum de colorant consumit per cada mg d'àcid ascòrbic, calculat a l'apartat d'estandardització de colorant.
5. Es repeteix el procediment tres vegades per tal que el resultat sigui fiable.

6. Es repeteix l'experiment durant els tres dies amb les mostres sotmeses a les diverses condicions.

A continuació es mostra el canvi de color, de taronja a marró, que s'ha produït a la solució en portar a terme la valoració.



Mostra abans de la valoració



Mostra després de valorar

○ **Resultats**

Inici

A continuació es mostren els càlculs corresponents per determinar la quantitat de vitamina C del principi de l'experiment.

INICI DE L'EXPERIMENT	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	2,5 mL
2	2,4 mL
3	2,5 mL
Mitjana	2,5 mL

$$\frac{2,5 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{25 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

Dia 1

A continuació es mostren les taules amb els resultats i els càlculs fets el primer dia de l'experiment en les diverses condicions. A la primera taula, hi ha els resultats de la mostra exposada al sol i, a la segona, els de la mostra col·locada en un lloc opac.

LLUM	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	2 mL
2	2 mL
3	2,1 mL
Mitjana	2 mL

$$\frac{2 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{20 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

LLOC OPAC	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	2,3 mL
2	2,4 mL
3	2,2 mL
Mitjana	2,3 mL

$$\frac{2,3 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{23 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

Dia 2

Les taules de resultats i càlculs del segon dia de l'experiment són els següents:

LLUM	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	1,6 mL
2	1,5 mL
3	1,5 mL
Mitjana	1,5 mL

$$\frac{1,5 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{15 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

LLOC OPAC	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	2 mL
2	2 mL
3	2,2 mL
Mitjana	2,1 mL

$$\frac{2,1 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{21 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

Dia 3

Les taules de resultats i càlculs del tercer dia de l'experiment són els següents:

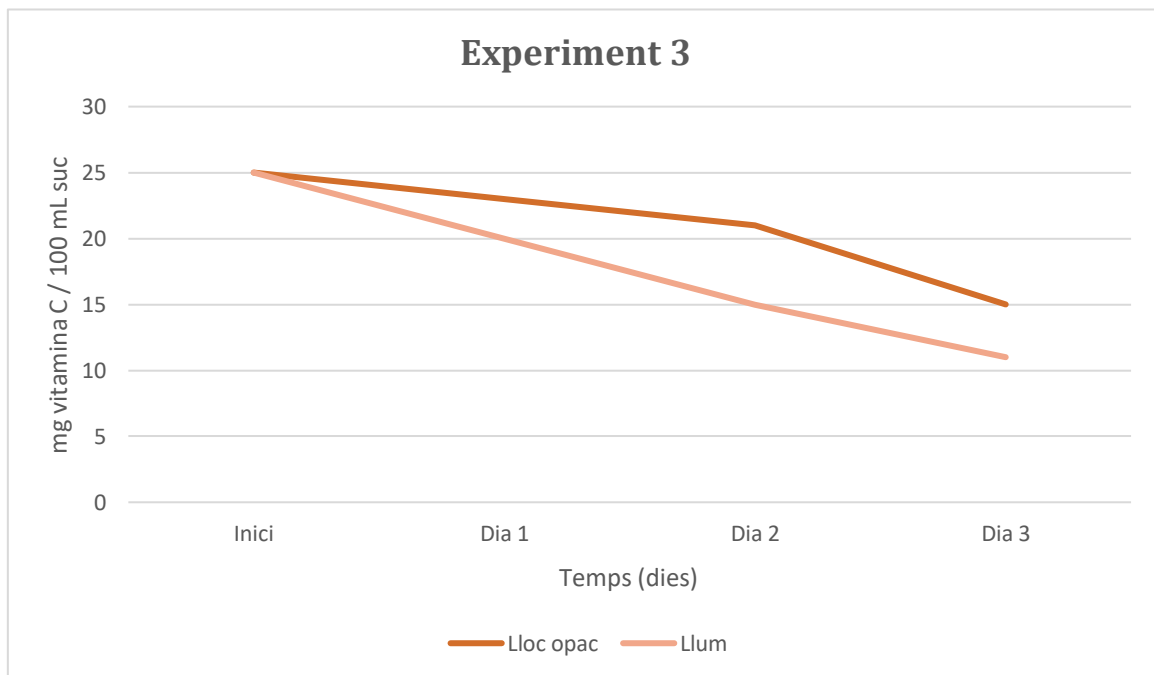
LLUM	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	1 mL
2	1,1 mL
3	1,2 mL
Mitjana	1,1 mL

$$\frac{1,1 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{11 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

LLOC OPAC	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	1,5 mL
2	1,5 mL
3	1,4 mL
Mitjana	1,5 mL

$$\frac{1,5 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{15 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

El gràfic següent ens mostra la disminució de la quantitat de vitamina C que s'ha produït en les mostres sotmeses a les diverses condicions al llarg dels tres dies que durava l'experiment. Per una banda, trobem el suc que va estar exposat al sol i, per l'altra, el situat en un lloc opac.



○ **Conclusions**

- Hipòtesi 1: Potser a llocs opacs el contingut de vitamina C es manté constant respecte al principi de l'experiment.

Es refusa aquesta hipòtesi. A mesura que passen els dies disminueix el contingut de vitamina C, tant en el recipient situat a les fosques com en el situat en condicions de llum, exposat al sol.

La mostra col·locada en un lloc opac ha experimentat menys disminució de la quantitat de vitamina C que la situada al sol, però el contingut no s'ha mantingut constant. En la mostra situada al sol hi ha hagut una disminució de 14 mg i, en la del lloc opac, de 10 mg.

Per tant, a partir dels resultats obtinguts, podem concloure que la llum ha accelerat la disminució del contingut de vitamina C de la mostra, però la diferència respecte a la mostra del lloc opac tampoc ha estat gaire considerable. També es pot observar que el contingut de vitamina C en el lloc opac disminueix més lentament a mesura que passen els dies que el que estava exposat al sol. Això es deu al fet que l'acció de la llum augmenta el procés d'oxidació de la vitamina C i fa que la disminució sigui més ràpida i considerable.

6.4. Experiment 4: Suc de fruita que conté més vitamina C

En aquest experiment es compararà la quantitat de vitamina C de suc natural de diferents fruites. Les fruites utilitzades seran la taronja, el kiwi i la maduixa.

- **Problema**
Quin suc de fruita conté més vitamina C: el de taronja, el de kiwi o el de maduixa?

- **Hipòtesi**
 - Potser el suc de kiwi és el que conté més vitamina C.

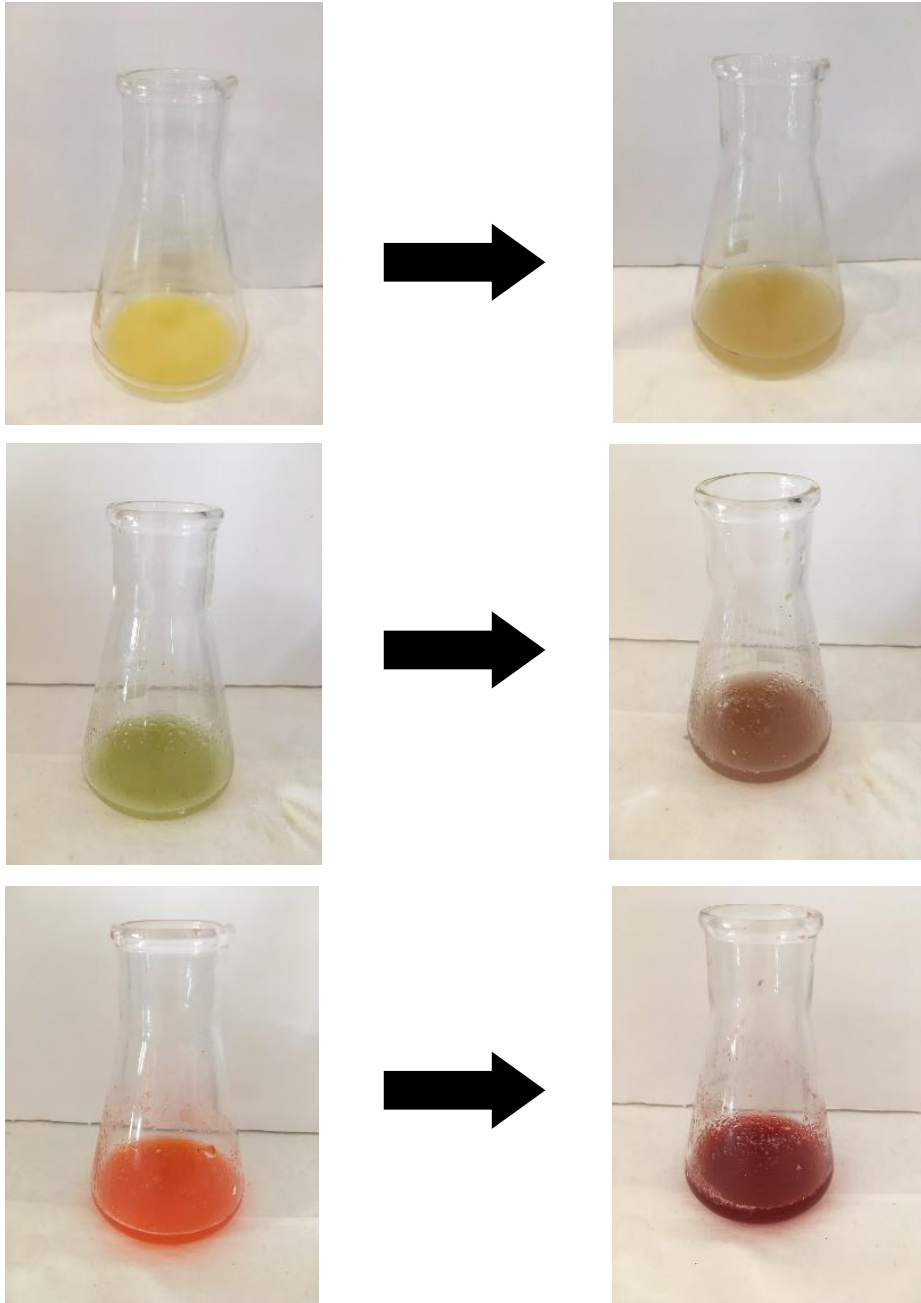
- **Variable dependent:** quantitat de vitamina C de la mostra.

- **Variable independent:** tipus de suc de fruita.

- **Variables controlades**
 - Quantitat de suc de la mostra: S'han utilitzat 5 mL de suc en cada experiment.

- **Procediment**
 1. Es fan 500 mL de suc de taronja natural.
 2. Es cola el suc
 3. S'agafen 5 mL de suc filtrat i es posen en un erlenmeyer amb 10 mL de dissolució d'àcid oxàlic al 0,4 %.
 4. Es posa colorant a la bureta.
 5. Es porta a terme la valoració i s'anota el volum de colorant consumit. La valoració finalitza quan s'observa un canvi de color de la solució de taronja a marró.
 6. Es calcula la quantitat d'àcid ascòrbic (mg) en 100 mL de mostra tenint en compte el volum de colorant consumit en la valoració feta i el volum de colorant consumit per cada mg d'àcid ascòrbic, calculat a l'apartat d'estandardització de colorant.
 7. Es repeteix el procediment tres vegades per tal que el resultat sigui fiable.
 8. Es repeteix el mateix experiment amb el suc de maduixa i el de kiwi.

A continuació es mostren els canvis de color de les solucions que s'han produït en portar a terme les valoracions en els diferents suc de fruites. El primer canvi de color correspon al suc de taronja; el segon, al de kiwi; i, l'últim, al de maduixa.



Mostres abans de la valoració

Mostres després de valorar

○ **Resultats**

A continuació es mostren les taules i els càlculs fets en aquest experiment.

TARONJA	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	5 mL
2	5,1 mL
3	5 mL
Mitjana	5 mL

$$\frac{5 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2,4 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{41,66 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

KIWI	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	8,2 mL
2	8 mL
3	8,1 mL
Mitjana	8 mL

$$\frac{8 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2,4 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{66,67 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

MADUIXA	
Repeticions	Volum de colorant gastat
1	7 mL
2	7,1 mL
3	7,2 mL
Mitjana	7,1 mL

$$\frac{7,1 \text{ mL colorant}}{5 \text{ mL suc}} * \frac{1 \text{ mg àcid ascòrbic}}{2,4 \text{ mL colorant}} * 100 \text{ mL suc} = \frac{59,17 \text{ mg}}{100 \text{ mL}}$$

COMPARACIÓ CONTINGUTS DE VITAMINA C				
	Valors reals (mg / 100 mL)	Valors experimentals (mg / 100 mL)	Error absolut	Error relatiu
Taronja	50 mg	41,66 mg	8,34 mg	16,68 %
Kiwi	90 mg	66,67 mg	23,33 mg	25,92 %
Maduixa	65 mg	59,17 mg	5,83 mg	8,96 %

○ Conclusions

- Hipòtesi 1: Potser el suc de kiwi és el que conté més vitamina C.

Podem validar aquesta hipòtesi. Després de portar a terme la valoració amb el suc de les tres fruites, podem concloure que el suc de kiwi és el que té un contingut més alt de vitamina C, seguit pel de maduixa i el de taronja.

Tot i que l'orde en què se situen aquestes tres fruites, pel que fa al seu contingut de vitamina C, és el mateix en què se situen en la taula de valors reals, aquests valors es diferencien entre ells i trobem petites variacions.

A la taula de l'apartat anterior es mostren els valors reals i els calculats experimentalment, de manera que es pot veure una diferència considerable entre uns i altres. Pel que fa al valor dels errors, també és bastant alt. És per això que més rèpliques de cada experiment haurien reduït els errors comesos.

CONCLUSIONS

Un cop realitzat el treball i analitzats els resultats obtinguts, es pot dir que s'han complert tots els objectius plantejats i s'han pogut validar gairebé totes les hipòtesis formulades al principi.

- Objectiu 1: Determinar si la quantitat de vitamina C que ens indica l'etiqueta d'una marca determinada de suc de taronja s'ajusta a la quantitat calculada de forma pràctica.

De les vuit marques estudiades de suc de taronja, es pot observar que en algunes la quantitat de vitamina C de l'etiqueta i la calculada de forma pràctica s'ajusten molt i gairebé podríem considerar iguals els dos valors. D'altra banda, en un nombre elevat de mostres passa tot el contrari, ja que el valor dels errors comesos és bastant elevat i no hi trobem aquest ajustament.

Mentre que en algunes marques la quantitat de vitamina C que ens indica l'etiqueta és superior a la calculada experimentalment, en altres passa tot el contrari.

- Objectiu 2: Determinar la relació que hi ha entre el preu del tetrabric de suc i la quantitat de vitamina C que conté.

Un cop estudiades vuit marques diferents de suc de taronja s'ha pogut comprovar que gairebé no s'estableix cap relació entre el preu del tetrabric del suc i la quantitat de vitamina C que conté.

Aquesta relació només ha coincidit en una de les vuit marques de l'experiment. El suc de taronja de la marca Ametller Origen és el més car i, alhora, el que conté un contingut superior de vitamina C. Pel que fa a totes les altres marques, no s'ha trobat cap altra relació ni coincidència d'aquest tipus.

- Objectiu 3: Determinar si la temperatura influeix en la quantitat de vitamina C d'una mostra de suc de taronja natural.

La temperatura té un paper molt important en la disminució del contingut de vitamina C d'una mostra de suc de taronja natural, ja que és un dels factors principals que provoquen l'oxidació d'aquesta vitamina. Les altes temperatures acceleren aquest procés, mentre que les baixen l'alenteixen.

En la mostra posada a la nevera no s'ha produït cap disminució del contingut de vitamina C, la que es trobava a temperatura ambient n'ha experimentat una de més petita i, finalment, la que es trobava al sol una de més considerable.

- Objectiu 4: Determinar si la llum influeix en la quantitat de vitamina C d'una mostra de suc de taronja industrial.

Igual que la temperatura, la llum també té una gran influència en la disminució del contingut de vitamina C de les mostres. L'exposició del suc de taronja a altes quantitats de llum augmenta el procés d'oxidació de la vitamina C i fa que aquest sigui més ràpid i considerable.

La mostra col·locada en un lloc opac ha experimentat menys disminució del contingut de vitamina C que la situada al sol.

- Objectiu 5: Determinar quin és el suc de fruita que conté més vitamina C: el de taronja, el de kiwi o el de maduixa.

El suc de kiwi és el que conté un major contingut de vitamina C seguit pel de maduixa i el de taronja.

VALORACIÓ PERSONAL I RECOMANACIONS

M'ha agradat molt fer aquest treball; l'experiència ha estat positiva i útil pel futur.

Actualment es parla molt dels beneficis que aporta la vitamina C per ajudar a reforçar el sistema immunitari i així prevenir la Covid-19. És a dir, la vitamina C té un paper molt important a les nostres vides. Per tal d'expandir i aprofundir més sobre el tema s'hauria pogut enfocar la recerca al paper que té aquesta vitamina a ajudar a combatre el virus causant de la pandèmia en la qual ens trobem.

Per falta de temps, però, només s'ha tractat de la vitamina C present als suc de fruites. Tot i això, s'han pogut complir tots els objectius proposats en un inici.

Un cop feta la recerca m'adono que, com en tot treball, podria haver millorat alguns aspectes.

Al primer experiment, potser hauria d'haver comparat la vitamina C de l'etiqueta i la calculada de forma pràctica d'una varietat més gran de marques.

Al segon i al tercer experiment, és a dir, el de la temperatura i la llum, hauria d'haver deixat les mostres durant més temps per tal de poder veure millor la forma en què disminuïa la vitamina C. També m'hauria agradat poder veure les diferències de disminució que s'haurien produït si ho hagués fet en dos recipients, d'un obert i l'altre de tancat, ja que l'aire també és un dels factors que acceleren el procés d'oxidació de la vitamina C.

Pel que fa al quart experiment, hauria d'haver comparat el suc d'una varietat més àmplia de fruites i no només les que tenen un contingut de vitamina C superior a la taronja.

Un altre aspecte per tenir en compte seria fixar-s'hi molt bé i saber identificar el color marronós que ha de quedar a la mostra un cop portada a terme la reacció redox, ja que en alguns casos, en què els valors dels errors són molt elevats, es deuen a la diferent tonalitat de marró que ha agafat la mostra. Tot i això, s'han intentat fer tots els experiments de la forma més acurada possible.

Finalment, per tal d'assegurar que els resultats fossin més exactes i precisos, s'haurien d'haver fet més rèpliques de cada un dels experiments.

BIBLIOGRAFIA WEB

ÁCIDO ASCORBIO.COM **Ácido ascórbico** [en línia] [Consulta: 3 de maig del 2020]
<<https://www.acidoascorbico.com/>>

BARCELONA WORLD RACE **L'escorbut** [en línia] [Consulta: 8 de maig del 2020]
<<http://www.barcelonaworldrace.org/ca/educacio/programa-educatiu/explora/esser-huma/vida-a-bord/l-alimentacio/l-escorbut>>

BIOQUÍMICA DE LOS ALIMENTOS **Ácido Ascórbico** [en línia] [Consulta: 10 de maig del 2020]
<<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/vitamins/ascorbico.html>>

CLARA **Descubre los alimentos con más vitamina C** [en línia] [Consulta: 10 de maig del 2020]
<https://www.clara.es/bienestar/alimentacion/los-alimentos-con-mas-vitamina_227/1>

ECO AGRICULTOR **Alimentos ricos en vitamina C** [en línia] [Consulta: 10 de maig del 2020]
<<https://www.ecoagricultor.com/alimentos-ricos-vitamina-c/>>

ETS EL QUE MENGES

Les vitamines: un pilar fonamental en l'alimentació [en línia] [Consulta: 9 d'abril del 2020]
<<https://etselquemenges.cat/nutricio-esportiva/les-vitamines-un-pilar-fonamental-en-lalimentacio>>

La veritat sobre les vitamines [en línia] [Consulta: 9 d'abril del 2020]
<<https://etselquemenges.cat/abc/vitamines>>

Els beneficis de la vitamina C [en línia] [Consulta: 1 de maig del 2020]
<<https://etselquemenges.cat/repte/els-beneficis-de-la-vitamina-c>>

FUNDACIÓN SALUD Y ALIMENTACIÓN **Vitamina C** [en línia] [Consulta: 10 de maig del 2020]
<<https://www.diet-health.info/es/recetas/nutrientes/nu/cg52-vitamina-c-acido-ascorbico>>

GUIA DE SUPLEMENTOS **Vitamina C** [en línia] [Consulta: 2 de maig del 2020]

<<https://www.guiadesuplementos.es/vitamina-c/>>

GRUP LLOBET **Què són les vitamines? Què ens aporta cada vitamina?** [en línia]
[Consulta: 9 d'abril del 2020]

<<http://grupllobet.com/2018/05/04/que-son-vitamines-que-aporta-vitamina/>>

RACÓ. REVISTES CATALANES AMB ACCÉS A INTERNET **Estudi de l'efecte de diversos factors sobre el contingut de vitamina C del suc de taronja** [en línia]
[Consulta: 21 de juny de 2020]

<[file:///C:/Users/supermachine2/Downloads/242504-Text%20de%20l'article-325349-1-10-20110530%20\(11\).pdf](file:///C:/Users/supermachine2/Downloads/242504-Text%20de%20l'article-325349-1-10-20110530%20(11).pdf)>

VIQUIPÈDIA

Vitamina C [en línia] [Consulta: 20 d'abril del 2020]

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Vitamina_C>

Palmitat d'ascorbil [en línia] [Consulta: 10 de maig del 2020]

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Palmitat_d%27ascorbil>

LES VITAMINES (Slideshare) [Consulta: 9 d'abril del 2020]

<<https://es.slideshare.net/batbatbi/les-vitamines-15960482>>

ZONA DIET

Vitaminas liposolubles [en línia] [Consulta: 10 d'abril del 2020]

<<https://www.zonadiet.com/nutricion/liposol.htm>>

Vitaminas hidrosolubles [en línia] [Consulta: 10 d'abril del 2020]

<<https://www.zonadiet.com/nutricion/hidrosol.htm>>