



**Universitat**  
de les Illes Balears

## **TREBALL FI DE GRAU**

# **IDENTIFICACIÓ D'ACCIONS BENEFICIOSES IGNORADES DELS CAROTENOIDES SOBRE LA SALUT HUMANA – NÒDUL UIB**

**Celedonio Gómez Garriga**

**Grau de Bioquímica**

**Facultat de Ciències**

**Any Acadèmic 2019-20**



# IDENTIFICACIÓ D'ACCIONS BENEFICIOSES IGNORADES DELS CAROTENOIDES SOBRE LA SALUT HUMANA – NÒDUL UIB

**Celedonio Gómez Garriga**

**Treball de Fi de Grau**

**Facultat de Ciències**

**Universitat de les Illes Balears**

**Any Acadèmic 2019-20**

Paraules clau del treball:

Dieta mediterrània, carotenoides, luteïna.

*Nom Tutor/Tutora del Treball: Joan Ribot Riutort*

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació

Autor		Tutor	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## ÍNDEX:

1.- Resum.....	6
2.- Introducció.....	7-11
2.1.- Dieta saludable.....	7
2.2.- Dieta mediterrània.....	7-8
2.3.- Carotenoides.....	8-11
2.3.1.- Definició i característiques.....	8
2.3.2.- Estructura química.....	9-10
2.3.3.- Funció.....	10-11
2.3.3.1.- Funció primària en el procés fotosintètic.....	10
2.3.3.2.- Efectes sobre la salut humana.....	11
3.- Hipòtesi.....	11
4.- Objectius.....	12
5.- Mètodes i tècniques.....	12-17
5.1.- Qüestionari.....	12-15
5.2.- Obtenció de la mostra.....	15-16
5.3.- Anàlisi estadístic.....	16-17
6.- Resultats.....	17-24
6.1.- Taules descriptives i descripció de la mostra.....	17-18
6.2.- Mitges dels resultats (nota general) .....	18-19
6.3.- Anàlisi comparatiu entre diferents graus d'especialització.....	19-21
6.4.- Anàlisi comparatiu entre diferents universitats.....	21-23
6.5.- Anàlisi comparatiu entre estudiants de ciències de la salut i ciències de la vida.....	23-24
7.- Discussió.....	24-26
7.1.- Anàlisi comparatiu entre diferents graus d'especialització.....	24-25
7.2.- Anàlisi comparatiu entre diferents universitats.....	25
7.3.- Anàlisi comparatiu entre estudiants de ciències de la salut i ciències de la vida.....	25-26
8.- Conclusió.....	26
9.- Bibliografia.....	27-28
10.- Annexes.....	29

## 1.- Resum

La dieta és el factor de risc més significatiu per a la discapacitat i mort prematura, a més d'estar relacionada amb la majoria de malalties metabòliques. Una de les dietes o patrons dietètics més ben estudiats per a la promoció de la salut és la dieta mediterrània demostrant que disminueix el desenvolupament de malalties cardiovasculars, càncer de mama, depressió, càncer colorectal, diabetis, obesitat, asma, disfunció erèctil i disminució cognitiva, gràcies a la presència de bioactius com els carotenoides en aquesta dieta. Sabent de la importància de la promoció d'aquests patrons, l'objectiu de l'estudi es saber i analitzar els coneixements dels estudiants universitaris respecte als carotenoides, uns dels principals bioactius d'un patró d'alimentació saludable. Per a dur-lo a terme, s'ha realitzat un qüestionari de 10 preguntes tancades amb opció múltiple, i resposta única o múltiple, proporcionat pel Dr. Joan Ribot Riutort, dissenyat conjuntament amb altres grups d'investigació associats al projecte CA15136 - European network to advance carotenoid research and applications in agro-food and health (EUROCAROTEN), a alumnes de la UIB dels graus de Biologia, Bioquímica i Infermeria, i diferents màsters i doctorands, i a alumnes de grau de ciències de la Universitat de Luxemburg, i de màster de la universitat de Jena (Alemanya). L'anàlisi s'enfoca específicament: en primer lloc saber el grau de coneixement en relació a l'especialització de l'alumne (grau, màster, doctorat); les possibles diferències entre les universitats d'Europa (Jena-Alemanya i Luxemburg) i la UIB; i finalment el contrast entre els coneixements dels estudiants de ciències de la salut (Infermeria) i els estudiants de ciències de la vida (Biologia i Bioquímica) de la UIB. Demostrant així, que el grau de coneixement és directament proporcional al grau d'especialització de l'estudiant, que no hi ha diferències entre universitats, i que els estudiants de ciències de la vida (Biologia i Bioquímica) presenten majors coneixements que els de ciències de la salut (Infermeria). Aquesta tendència es podria revertir i/o atenuar per mitjà d'intervencions en les diferents assignatures dels graus, i s'establirien unes bases sòlides per a garantir la promoció d'una dieta saludable a la població general, i prevenir a aquest grup de malalties cròniques i avalar un envelliment saludable.

## **2.- Introducció:**

### **2.1.- Dieta saludable:**

La dieta és el factor de risc més significatiu per a la discapacitat i mort prematura. Els pacients i metges sovint tenen dificultats per estar al dia de les tendències en la dieta, molts dels quals se centren principalment en la pèrdua de pes en lloc de l'educació per una nutrició saludable i, en conseqüència, la promoció de la salut. Recomanar un estil alimentari pot ajudar als pacients a fer canvis positius (Locke & Schneiderhan). Els patrons dietètics que donen suport a la salut inclouen la dieta mediterrània (S, E.M., L., & Vecchia, 2017). Aquests plantejaments tenen beneficis que inclouen la prevenció de malalties cardiovasculars, càncer, diabetis mellitus tipus 2 i obesitat. Aquests patrons dietètics es recolzen en fortes evidències que promouen un focus principal en aliments, fruites i verdures no processades, greixos i proteïnes vegetals, llegums, cereals integrals i fruits secs (Locke & Schneiderhan).

Les respostes immunes poden veure's fortament afectades per la quantitat i/o l'equilibri de nutrients en la dieta, on tant l'expressió gènica, com les respostes funcionals i la supervivència augmenten positivament davant l'exposició de patògens. Així per tant, no sols es veu disminuït el risc de patir malalties metabòliques, sinó que a més a més, implica un reforçament del sistema immunitari (C. Cotter & E. Reavey, 2019).

Malalties associades a factors dietètics tenen un cost sanitari molt elevat, arribant a un total de 16,8 - 24,1 mil milions d'euros segons estudis realitzats a Alemanya. Aquests costos per tant, podrien estalviar-se si s'estableixen mesures de prevenció i promoció de la salut, que impliquin una millora en la dieta i exercici físic diari (Meier & Senftleben, 2015).

A més a més, en el context d'una societat que envellaix constantment i els augments previsibles de la càrrega de malalties associades en les pròximes dècades, les xifres anteriors es poden accentuar, i per tant, no sols és important promocionar la dieta per fer front a aquestes malalties, sinó també garantir un envelliment saludable, per en primer lloc millorar l'estat i benestar físic i mental d'aquestes persones, i a més, disminuir aquesta despesa econòmica sanitària.

### **2.2.- Dieta mediterrània:**

Una de les dietes o patrons dietètics més ben estudiats per a la promoció de la salut és la dieta mediterrània. Es compon de peixos, greixos monoinsaturats de l'oli d'oliva, fruites, verdures, cereals integrals, llegums, fruits secs i un consum moderat d'alcohol, i limita la carn vermella, els grans refinats i els sucres (S, E.M., L., & Vecchia, 2017). S'ha demostrat que la dieta mediterrània impedeix el desenvolupament de malalties cardiovasculars, càncer de mama, depressió, càncer colorectal, diabetis, obesitat, asma, disfunció erèctil i disminució cognitiva (Widmer & J. Flammer, 2015).

La dieta mediterrània està associada a un millor control glucèmic i amb un millor control dels factors de risc de malalties cardiovasculars, donant lloc d'aquesta manera a majors beneficis en el tractament i prevenció de diabetis mellitus tipus 2 (Katherine, Maiorino, & Bellastella, 2015). I a més, com ja hem anomenat, disminueix el risc de

patir un accident cardiovascular (R. Jay, J. Flammer, Lilach O., & Lerman, 2015). La funció cognitiva també es veu afectada positivament per mitjà d'una dieta mediterrània rica amb oli d'oliva i nous, en una població d'edat avançada (Valls-Pedret, Sala-Vila, & Serra-Mir, 2015).

Aquestes malalties multifactorials utilitzen diferents agents bioactius extrets de plantes i/o be pertanyen a aliments funcionals com a tractament d'aquestes. Molts d'aquests components es troben en abundància a la dieta mediterrània i són els principals implicats en els grans beneficis esmentats anteriorment (Catalano, Maruca, & Bageetta, 2019).

Aquests bioactius són obtinguts majoritàriament de les fruites i verdures presents en abundància en aquesta dieta, destacant entre aquests els carotenoides, als quals ens enfocuem en aquest estudi, degut a la seva funció contra el càncer i activitat antioxidant.

## **2.3.- Carotenoides:**

### **2.3.1.- Definició i característiques:**

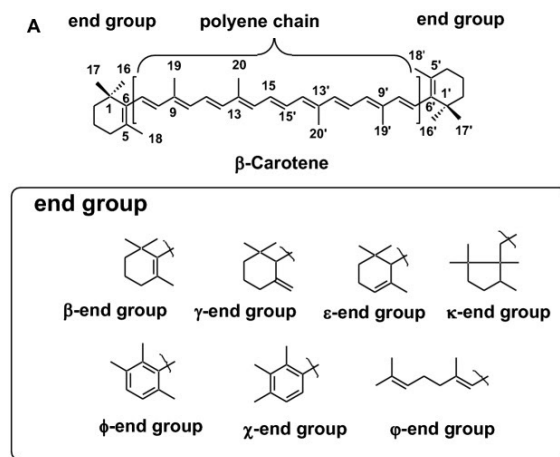
Els carotenoides formen una gran família de pigments orgànics d'origen natural sintetitzats pels organismes fotosintètics: plantes, fongs, bacteris i algues; i per alguns organismes no fotosintètics com bacteris i fongs, i en casos excepcionals, animals invertebrats com el pugó *Acyrtosiphon pisum*, i l'àcar *Tetranychus urticae* (Tan & Norhaizan, 2019). La capacitat de síntesi de carotenoides, en aquests casos excepcionals, fou incorporada al seu genoma per un procés de transferència gènica horitzontal, a partir de gens de fongs fotosintètics (Du, Song, & Wang, 2017).

El color característic d'aquests pigments van del roig al groc, passant per una gran gama de tons intermedis, inclòs el taronja (Moran, Mohn, & Hason, 2018). Aquests pigments, es troben de forma natural en plantes i fruites, de la mateixa forma que ho fa la clorofil·la en aquests organismes fotosintètics, donant el color verd característic. Quan aquesta clorofil·la va desapareixent, es van apreciant els colors dels carotenoides, com passa a la tardor, amb les fulles d'alguns arbres o amb la maduració de fruits (Chen, Lu, & Xuan). Així mateix, els animals i demés éssers vius que no són capaços de sintetitzar-los per si mateixos, els introdueixen al seu organisme a través de la dieta, i en molts d'aquests casos (com molts peixos i aus), els aporten colors característics, sent així indicadors d'una bona alimentació i salut que els proporciona major adaptació al medi que els envolta i/o major capacitat d'atracció i aparellament (Weaver, Santos, & Tucker, 2018).

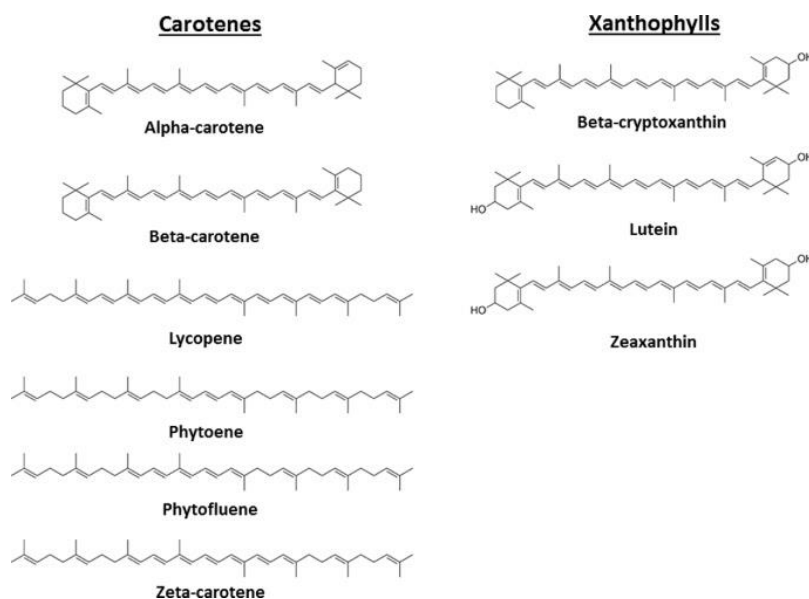


### 2.3.2- Estructura química:

Els carotenoides, majoritàriament es tracten de molècules tetraterpenoides formades per una cadena de 40 àtoms de carboni i múltiples unitats isoprenoides amb un anell de ciclohexà substituït i insaturat en cadascun dels extrems. Es classifiquen en dos grups depenent dels seus components químics: xantofil·les, formats per derivats oxigenats; i carotens, formats sols per hidrocarburs (Tan & Norhaizan, 2019).



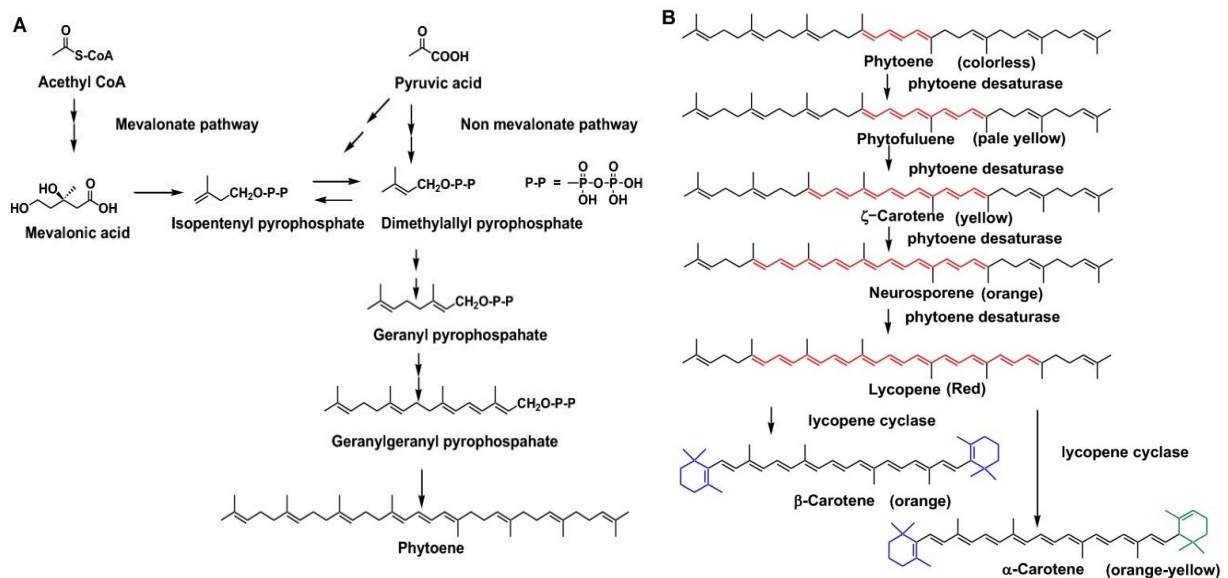
**Figura 1:** Estructura bàsica dels carotenoides, i dels grups dels seus extrems (Maoka, 2020). Els carotenoides trobats amb major abundància en el sèrum humà són: el licopè, que dona el color roig dels tomàquets; el β-carotè, que dona el color taronja de la pastanaga; la luteïna i la zeaxantina, que dona el color groc del blat de moro; i l'α-carotè i la β-criptoxantina (Tan & Norhaizan, 2019).



**Figura 2:** Estructura dels carotenoides més importants i abundants en la dieta, i sèrum humà, dividits segons al grup carotenoides al que pertanyen (carotens i xantofil·les) (Tan & Norhaizan, 2019).

Els carotenoides es sintetitzen a partir d'acetil CoA o àcid pirúvic a través de la via del mevalonat o de la ruta del no-mevalonat, respectivament, donant lloc al dimetilalil pirofosfat. A continuació, aquest compost és transformat en fitoè, precursor incolor d'esquelet carotenoides de 40 carbonis, amb tres enllaços conjugats (figura 3A). Per mitjà de fitoè desaturasa, el compost és desaturat i dona lloc al licopè, a partir del qual,

per licopè ciclases donaran lloc a carotenoides amb grups terminals cíclics com l'α-carotè i el β-carotè (figura 3B). En el cas del grup de les xantofil·les, gran part són produïdes per hidroxilases de carotè, cetolases i epoxidasa (Maoka, 2020).



**Figura 3:** Esquema de la síntesi dels carotenoides. Síntesi del precursor carotenoid, fitoè (A). Síntesi de diferents carotenoides a partir del fitoè i el licopè (B) (Maoka, 2020).

### 2.3.3.- Funció:

#### 2.3.3.1- Funció primària en el procés fotosintètic:

Els organismes fotosintètics com bacteris, algues i plantes, utilitzen els carotenoides juntament amb la clorofil·la per al procés de fotosíntesi i foto-protecció (Maoka, 2020). La fotosíntesi permet a aquests organismes la producció d'oxigen (O<sub>2</sub>) i hidrats de carboni a partir de diòxid de carboni i aigua, utilitzant com energia la llum solar captada per les clorofil·les. Però, a més a més, a partir d'aquest oxigen i l'excés de llum i energia durant la fotosíntesi, es produeixen espècies reactives d'oxigen com l'oxigen singular, radicals hidroxil i radicals d'anió superòxid (Gururani, Gururani, & Tran, 2015).

Els carotenoides actuen com a protectors damunt aquest procés. Per un costat, absorbeixen l'energia excessiva de les clorofil·les mitjançant la transferència de triplet-triplet (transferència d'estat d'energia superior), per vibració de poliè, dotant així de foto-protecció a l'organisme. A més, també poden realitzar el procés contrari i transferir energia a les clorofil·les en els casos en que sigui necessari, per mitjà de singlet-singlet (transferència d'estat d'energia inferior). El mecanisme per treure l'oxigen solitari, és una reacció física, els carotenoides recullen la seva energia tèrmica i l'alliberen per la vibració de poliè (Maoka, 2020). L'eficàcia d'aquesta reacció està relacionada amb el nombre de dobles enllaços de la molècula del carotenoid (Gururani, Gururani, & Tran, 2015).

### **2.3.3.2.- Efectes sobre la salut humana:**

De la mateixa manera que interactuen amb la llum i els radicals oxidants en plantes, els carotenoides interactuen amb els radicals peroxil, produïts en el procés de peroxidació lipídica, i garanteixen protecció front la llum en organismes superiors. Protegint les membranes de les cèl·lules i les lipoproteïnes davant l'oxidació per aquests radicals. Així i tot, un efecte contrari s'ha observat en individus suplementats amb altes dosis de carotenoides (Gururani, Gururani, & Tran, 2015).

Els carotenoides poden metabolitzar-se i originar altres composts amb importants accions biològiques (Aguilar Espinosa, Alcalde Aldea, & Álvarez, 2017). D'aquesta manera, alguns carotenoides tenen la capacitat de metabolitzar-se a retinoides, amb activitat vitamínica A (com retinol, retinal o àcid retinoic) gràcies als quals els nostres receptors de la màcula retinal ens permeten detectar els colors. Aquests carotenoides són classificats com a provitamínics A, i són característics d'aquest grup el  $\beta$ -carotè, l' $\alpha$ -carotè i la  $\beta$ -criptoxantina (Milani, Basirnejad, Shahbazi, & Bolhassani, 2017). A més d'aquests, també trobem luteïna a la màcula, que juntament amb els demés, i al igual que succeeix en plantes, ens garanteixen de fotoprotecció, protegint-nos de l'excés de llum (Othman, Azzahra, Azzahra, & Hassan, 2014).

Aquests carotenoides són de gran importància sobretot per la metabolització a retinol, un compost essencial per a la funcionalitat de determinats òrgans (Othman, Azzahra, Azzahra, & Hassan, 2014). Aquestes efectes, són majors si es combina una suplementació de vitamina A amb una suplementació de  $\beta$ -carotè o altres carotens provitamínics (Omenn, Goodman, & Thornquist, 1996).

D'aquesta forma els carotenoides presenten una gran importància en la naturalesa, per mitjà d'una sèrie de processos com: recol·lecció de llum, fotoprotecció, visió protecció davant productes oxidants, modulació de propietats de les membranes, comunicació entre individus de la mateixa espècie i/o d'espècies diferent mitjançant el color i fertilitat i reproducció (Aguilar Espinosa, Alcalde Aldea, & Álvarez, 2017).

### **3.- Hipòtesi:**

La nostra hipòtesi és que des de l'educació a tots els nivells podem promoure una alimentació saludable i conseqüentment una millor salut. Així sabent el que saben el que els estudiants universitaris saben sobre una de les principals famílies de compostos bioactius d'un patró d'alimentació saludable com la dieta, podem dissenyar estratègies d'intervenció als estudiants i/o al programa d'estudis, donant a conèixer més aquests tipus de compostos als temaris desenvolupats a classe, per millorar els coneixements dels futurs formador i així contribuir al coneixement social. Per tant, amb l'anàlisi de resultats obtingut d'un qüestionari realitzat a diferents alumnes de diferents universitats, estudis i grau d'especialització, compararem els seus resultats, i comprovarem els seus coneixements.

### **4.- Objectius:**

A part de l'objectiu acadèmic del TFG, l'objectiu del treball és saber els coneixements dels estudiants universitaris respecte als carotenoides una de les principals famílies de compostos bioactius d'un patró d'alimentació saludable com la dieta mediterrània.

Per tal de realitzar un anàlisi dels resultats del qüestionari realitzat a diferents grups d'estudiants segons els seus estudis, grau d'estudis i universitat, ens hem plantejat tres objectius específics: en primer lloc saber el grau de coneixement en relació a l'especialització de l'alumne (grau, màster, doctorat); les possibles diferències entre les universitats d'Europa (Jena-Alemanya i Luxemburg) i la UIB; i finalment el contrast entre els coneixements dels estudiants de ciències de la salut (Infermeria) i els estudiants de ciències de la vida (Biologia i Bioquímica) de la UIB.

D'aquesta manera sabent la situació es podrien aportar possibles millores i solucions en l'àmbit acadèmic d'aquests alumnes, per disminuir la desinformació i augmentar els seus coneixements en l'àmbit.

## **5.- Mètodes i tècniques:**

### **5.1.- Qüestionari:**

Es va realitzar un qüestionari proporcionat pel Dr. Joan Ribot Riutort, dissenyat conjuntament amb altres grups d'investigació associats al projecte CA15136 - European network to advance carotenoid research and applications in agro-food and health (EUROCAROTEN), <https://www.cost.eu/actions/CA15136>, un projecte enfocat en l'estudi de la relació entre carotenoides i salut, implicant diferents països de tota Europa.

El qüestionari es va realitzar a alumnes de la UIB de la Facultat de Ciències: alumnes de grau de Biologia, i alumnes de grau de Bioquímica; així com també a alumnes de la Facultat d'Infermeria i Fisioteràpia, en concret, a alumnes de grau d'Infermeria. De la mateixa manera, es va realitzar el qüestionari a alumnes de diferents màsters de la UIB, sobretot del màster "Nutrigenòmica i Nutrició personalitzada" i doctorands del mateix àmbit d'estudi. A més a més, gràcies als diferents grups que participen al projecte EUROCAROTEN, es va poder accedir als diferents resultats obtinguts a altres universitats d'Europa: de la Universitat de Luxemburg, alumnes del seu grau de Ciències; i de la Universitat de Jena (Alemanya), alumnes de màster especialitzat en Nutrició Molecular.

Els grups elegits per a realitzar el qüestionari van ser els anomenats anteriorment, degut a la importància que haurien de donar-li aquests a l'existent relació entre una dieta saludable i la prevenció en el desenvolupament de malalties (Milani, Basirnejad, Shahbazi, & Bolhassani, 2017), i per tant, la importància dels carotenoides en aquest àmbit. El qüestionari es tracta de 10 preguntes tancades amb opció múltiple, i resposta única o múltiple. Les preguntes plantegen conceptes bàsics i d'importància dels carotenoides en la salut. Les respostes dels diferents alumnes per tant, es poden utilitzar com a referència per saber quin és el seu grau de coneixement en l'àmbit. Apart de les respostes obtingudes al qüestionari, també s'obtenen dades concretes: edat, gènere, país d'origen, país de residència, i estudi que es troba cursant l'alumne.

El qüestionari realitzat és el següent:

### WG3 - Questionnaire - carotenoids and health

Unless otherwise stated, choose the single correct answer

1. Why is beta-carotene important ?
  - It can be converted by the body into vitamin A
  - It can be metabolized by the body into vitamin C
  - It can be cleaved by the body into vitamin B1
2. Carotenoids have been advertised and marketed for the following (choose all that apply):
  - They are sold as antioxidants
  - Some of them are important for eye health
  - Some of them are vitamin precursors
3. Carotenoids are especially present in
  - Meat products
  - Dairy products
  - Fruits and vegetables
4. What is the role of those carotenoids that can be turned into vitamins ? (choose all that apply)
  - They are important for especially teeth health
  - They are important for eye vision
  - They are important for blood clotting
5. Carotenoids are best consumed and used by the body (i.e. absorbed)
  - Together with dietary fiber
  - Together with calcium
  - Together with fat
6. Which of the following is not a carotenoid ?
  - Lutein
  - Beta-carotene
  - Kappa paleontene
7. Why some carotenoids can protect against age related macular degeneration, the major cause of vision loss in the elderly (choose the most appropriate single answer)?
  - They can capture UV and blue light and protect the retina
  - They are lipophilic and aid in moisturizing the eye
  - As they act as antioxidants, they capture reactive carbohydrate radicals in the retina
8. Which of the following carotenoid was promoted to protect from cancer
  - Tachysterol
  - Lycopene
  - Alpha-cryptoxanthose
9. What happened in large-scale studies were beta-carotene was supplemented to smokers ?
  - Lung cancer rate increased
  - Lung cancer rate decreased
  - Lung cancer rate did not change
10. Taking high doses of carotenoids as dietary supplements (>25 mg/d)
  - is recommended by most health organizations
  - it is not recommended

Some information on yourself:

1. Age: \_\_\_\_\_ years
2. Gender:  male  female
3. Country of origin: \_\_\_\_\_
4. Country of residence: \_\_\_\_\_
5. Degree: \_\_\_\_\_
6. Master: \_\_\_\_\_

En relació a les respostes a les preguntes del qüestionari tenim:

- A la primera pregunta, com ja a la introducció hem explicat, alguns carotenoides tenen la capacitat de metabolitzar-se a retinoides, amb activitat vitamínica A (com retinol, retinal o àcid retinoic). Aquests carotenoides són classificats com a provitamins A, destacant el  $\beta$ -carotè en aquest grup (Milani, Basirnejad, Shahbazi, & Bolhassani, 2017). Per tant, la resposta correcta a la pregunta és la (a).

- A la segona pregunta, tenim que totes les respostes són correctes ((a),(b) i (c)). Alguns dels carotenoides són precursors vitamínics, donant lloc així al retinol (Milani, Basirnejad, Shahbazi, & Bolhassani, 2017), molècula amb funció antioxidant, i d'aquesta manera, implicada en la funcionalitat de diferents òrgans, així com la funcionalitat de la visió (Aguilar Espinosa, Alcalde Aldea, & Álvarez, 2017). D'aquesta manera per tant, són recomanats i comercialitzats com a suplementes, juntament amb una dieta rica en carotenoides (Weaver, Santos, & Tucker, 2018).

- A la tercera pregunta, la resposta correcta (c) fa referència a l'origen dels pigments en organismes fotosintètics, i per tant, la seva presència abundant especialment en fruites i verdures (Moran, Mohn, & Hason, 2018).

- A la quarta pregunta, la resposta correcta (b) fa referència a la funció dels carotenoides provitaminics en la salut, concretament en la salut de la visió (Aguilar Espinosa, Alcalde Aldea, & Álvarez, 2017). Per una altra banda, pel que fa a la resposta (a), hi ha estudis molt recents que relacionen els carotenoides amb la supressió de infeccions periodontals, tot i que les darreres troballes suggereixen la seva utilitat, caldran de més estudis per poder contrastar-ho amb major força (Naruishi, 2020). Si bé s'ha descrit el paper de la astaxantina en la coagulació de la sang (Deng, Shan, & Wang, 2017), l'astaxantina no és un vitamer.

- A la quinta pregunta, sabent que els carotenoides un cop ingerits, emulsionen amb greixos i s'incorporen a les micel·les lipídiques en l'intestí prim per a ser absorbits pels enteròcits intestinals. D'aquesta manera per tant, tenen una major absorció i biodisponibilitat si són consumits juntament amb lípids (c) (Moran, Mohn, & Hason, 2018).

- A la sisena pregunta, com ja hem anomenat abans, la luteïna i el  $\beta$ -carotè, són carotenoides amb una alta presència en el sèrum humà, per tant, abundant en una dieta equilibrada i amb importància funcional en la salut (Tan & Norhaizan, 2019). Sent així les respostes (a) i (b) les respostes incorrectes al demanar la pregunta quin/quins no és/són un carotenoide.

- A la setena pregunta, la resposta més correcta és la (a), degut a que carotenoides com la luteïna i la zeaxantina són abundant acumulats a la retina de l'ull, i actuen i disminueixen el risc i progressió de la degeneració macular relacionada amb l'edat (Eisenhauer, Natoli, Liew, & Flood, 2017), degut a la capacitat de captar la ones provinents de la radiació solar de entre les freqüències (100-420 nm), en les quals es troben la llum UV i la llum blava (Hammond, Sreenivasan, & Suryakumar, 2019).

- A la vuitena pregunta, sabent que s'ha demostrat i s'utilitza la suplementació de licopè com a tractament per a disminuir el risc de patir càncer de pròstata (Chen, Zhang, & Wang, 2015), la resposta correcta serà la (b).

- A la novena pregunta, tenen en compte que estudis han demostrat que els fumadors que complementaven la dieta amb  $\beta$ -carotè (20 mg/dia durant 5-8 anys) experimentaren una major incidència de càncer de pàncrees i pulmó no associa amb el nivell de nicotina o quitrà del tabac fumat, la resposta correcta és l'(a). Fet que suggereix que tots els fumadors deuen haurien d'evitar la suplementació amb  $\beta$ -carotè (Chen, Zhang, & Wang, 2015) (Aguilar Espinosa, Alcalde Aldea, & Álvarez, 2017).

- Finalment la desena pregunta, degut a que s'ha demostrat que altes dosis (20-30 mg/dia) durant llargs períodes, augmenta el risc de patir càncer de pulmó en fumadors i treballadors exposats a asbest la resposta correcta és la (b). Això és degut a un augment en l'activitat del citocrom p450, l'alteració de la senyalització dels retinoides i l'activitat pro-oxidant d'aquest carotenoide. D'aquesta manera, no és recomana la suplementació amb altes dosis de carotenoides, i molt menys en poblacions de risc (Aguilar Espinosa, Alcalde Aldea, & Álvarez, 2017).

## 5.2.- Obtenció de la mostra:

Es va realitzar el qüestionari als alumnes de l'any acadèmic actual (2019-2020) de la UIB, i posteriorment es van adherir a la mostra els alumnes de les universitats de Jena i Luxemburg, i els alumnes que van realitzar el qüestionari l'any acadèmic (2017-2018) durant el primer mostratge que realitzà el Dr. Joan Ribot Riurtort aquell mateix any, obtenint així un total de 268 alumnes ( $n = 268$ ). Concretament: 87 alumnes de grau de bioquímica, 57 alumnes de grau de biologia, 43 alumnes d'infermeria, 72 alumnes de màster i 9 alumnes doctorands.

Un cop realitzat el qüestionari a tota la mostra, es va dur a terme la recollida de dades, i es van introduir totes les obtingudes als qüestionaris en un document "Excel" ([veure l'annex 1](#)) originant la base de dades general a partir de la qual s'obtidrien la resta. Aquesta es caracteritza per classificar els alumnes depenent de les variables: edat, gènere, país d'origen, país de residència, estudi cursant, programa d'estudis, any acadèmic, universitat i informació addicional i/o coneixements previs de fons.

A més a més, es va realitzar un primer càlcul de mitges i desviacions típiques de la mostra general i de diferents grups de la mostra per obtenir un primer tanteig i obtenir conclusions preliminars.

Un cop obtinguda la base de dades, per poder realitzar anàlisis més generals entre els diferents grups (i no sols analitzar les diferències entre les respostes a cada pregunta), es va decidir realitzar un càlcul de percentatge d'encerts al qüestionari de cada alumne, donant lloc així a una avaluació dels qüestionaris. Per a realitzar l'avaluació es van tenir en compte totes les respostes, tant si es van marcar com si no, i donant un punt si la resposta era encertada, és a dir, si la resposta era correcta i estava marcada o si la resposta era incorrecta i no estava marcada. Un cop obtinguda la puntuació final, es va dividir pel nombre total de respostes del qüestionari, i es va obtenir un nota que oscil·lava entre 0 i 1, on 0 és el resulta de respondre incorrectament cada una de les respostes, i 1 resulta de respondre correctament totes i cada una d'aquestes.

Finalitzada la base de dades general, es va realitzar una segona base de dades a partir d'aquesta, però aquesta vegada estaria simplificada per poder facilitar l'anàlisi estadístic i simplificar els resultats. D'aquesta manera, es van substituir les dades, tant quantitatives com qualitatives per nombres, i es van simplificar les variables en les variables amb valor significatiu ([veure l'annex 2](#)) per a ser posteriorment analitzades. D'aquesta manera, les variables i les dades resultants són:

**Taula 1:** Variables resultants de la base de dades simplificada, amb les seves respectives dades simplificades i el nombre que substitueix cada dada.

<i>Students</i>	<i>Degree_First(1), Degree_Last(2), Msc(3), PhD(4)</i>
<i>Gender</i>	<i>Female(1), Male(2)</i>
<i>C. Origin</i>	<i>C.Origin=University(1); if C.Origin/=University: Europa(2), America(3), Àfrica(4), Àsia(5)</i>
<i>Program</i>	<i>Biochemistry(1), Biology(2)* Nurse(3), Nutrició(4), Sc_nonutr.(5)</i>
<i>University</i>	<i>UIB(1), Jena(2), Lux(3).</i>
<i>Year</i>	<i>2017/2018(1), 2019/2020(2)</i>

\*Ciències a la Universitat de Luxemburg van també incloses.

Un cop finalitzada la base de dades simplificada, es va dur a terme el traspàs de dades des de l'"Excel" ([veure l'annex 2](#)) a la base de dades pròpia del paquet estadístic SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) (v.22) para Windows. Amb el qual es va realitzar l'anàlisi estadístic ([veure l'annex 3](#)).

### 5.3.- Anàlisi estadístic:

Les dades són la mitjana i les diferències estadístiques entre les mitjanes dels diferents grups a analitzar es van avaluar mitjançant el test ANOVA d'un factor, quan es comparaven més de dues mitges: i mitjançant T-test, quan es comparaven sols dues mitges.

En el cas del test ANOVA d'un factor, considerant un p-valor < 0.05 estadísticament significatiu, considerarem significatius tots aquells resultats que tinguin un grau de significació < 0.05, en un interval de confiança per tant, del 95%.



En el cas del T-test, per mitjà de la prova de Levene de igualtat de variàncies si obtenim un p-valor > 0.05, considerem que les variàncies són iguals, en cas contrari, si el p-valor < 0.05 considerarem que les variàncies no són iguals, amb un nivell de confiança del 95%. A continuació, depenent de la igualtat de variàncies de la mostra per la prova de Levene, observarem el nivell de significança de t-Student, si aquest el seu p-valor < 0.05, per tant, podem acceptar que existeix una diferència significativa entre ambdues mitges comparades, amb un nivell de confiança. Per tant, d'aquesta manera podrem considerar que existeix una diferència significativa entre la mitjana d'ambdós grups que comparats, i que aquesta diferència no es deu a l'atzar.

## 6.- Resultats:

### 6.1.- Taules descriptives i descripció de la mostra ([veure l'annex 4](#)):

A partir del qüestionari es va definir la mostra amb una variables concretes (Taula 1): gènere, estudis, origen, programa, universitat, any. A més a més, també vam obtenir tables amb les respostes a cada una de les preguntes, i una nota general per a cada alumne.

La mostra recull els resultats de un total de 268 alumnes. Aquests, majoritàriament pertanyen al gènere femení (n=192) del total de la mostra, així com també majoritàriament els alumnes resideixen i/o són originaris del lloc o universitat on estudien (n=231). Aquestes dades per tant, són dades que tenen un gran valor descriptiu de la mostra (i la població que estudia a aquestes universitats), però pel contrari, no es tindran en compte per a l'obtenció i comparació de resultats i mitges del qüestionari.

Per un altre lloc, l'estudi, el programa d'estudis, la universitat i l'any/curs tot i que en cada una d'aquestes variables els alumnes de grau (n=187), alumnes de bioquímica (n=87), alumnes de la UIB (n=226) i alumnes del curs 2019-2020 (n=268), destaquen dins cada una de les variables respectivament.

A més a més, en aquest annex ([veure l'annex 4](#)), hem realitzat taules creuades amb encreuament de variables per a poder visualitzar les freqüències i la incidència de cada grup, dins altres variables i grups.

### Taula 2. Taula extreta de la de l'annex anterior ([veure l'annex 4](#)).

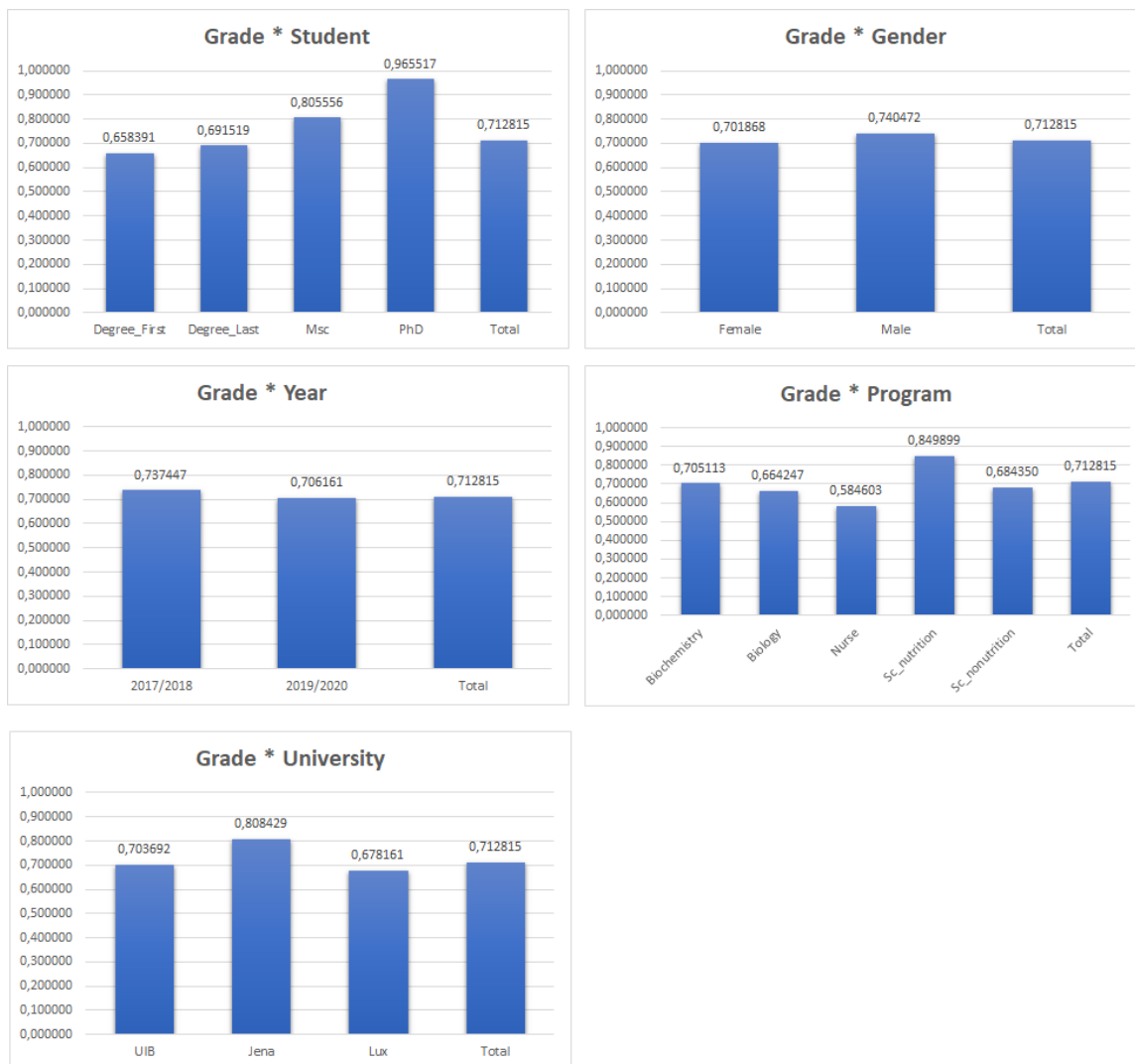
University			Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
UIB	Válido	Degree_First	135	59,7	59,7	59,7
		Degree_Last	37	16,4	16,4	76,1
		Msc	45	19,9	19,9	96,0
		PhD	9	4,0	4,0	100,0
		Total	226	100,0	100,0	
Jena	Válido	Msc	27	100,0	100,0	Área de trazado 100,0
Lux	Válido	Degree_First	15	100,0	100,0	100,0

Sent aquesta una de les que més importància té per a comprendre les dades de la mostra. I tenir en compte, quina és la mostra que es té de cada universitat, on

observem que a la Universitat de Jena, els alumnes pertanyen al grup de màster, mentre que a la Universitat de Luxemburg, els alumnes pertanyen als primers anys de grau. Finalment, com ja sabem, els alumnes de la UIB pertanyen a un grup més ampli i compren tots els grups d'estudiants.

## 6.2- Mitges dels resultats (nota general) ([veure l'annex 5](#)):

A partir de les variables i de les notes generals dins cada una d'elles, amb els seus respectius grups, es va obtenir la mitjana d'aquesta nota, per visualitzar i tenir una idea preliminar dels resultats dels qüestionaris, dins cada grup. Aquesta informació però, com ja hem dit es tracta de donar-nos una idea prèvia, ja que no ens dona informació significativa i contrastada a partir de la que extreure conclusions.



**Figura 4.** Mitjana de la nota general dins cada grup, dependent de la variable.

Es pot observar (figura 4), que la mitjana dependent del grau d'estudis (student) i el programa d'estudis ("program") augmenta de forma gradual com major és el grau d'estudis i com major és l'especificació dins el camp de la nutrició. Així com també diferències entre els distints estudiants de grau de ciències de la salut ("nurse") i de ciències de la vida ("biochemistry" i "biology").

Pel contrari, no podem utilitzar com a significatius, els gràfics i/o tables obtingudes depenent del gènere, ja que com ja hem vist abans ([veure l'annex 4](#)), la mostra no ens permet valorar els resultats entre ambdós gèneres ja que majoritàriament és de gènere femení.

Pel que fa als grups que pertanyen al curs ("year") i universitat ("university") les diferents mitges no són significatives ni es poden utilitzar com a referència ni tenir en compte, perquè com podem observar anteriorment ([veure l'annex 4](#)), les mostres de cada universitat i curs pertanyen a grups d'estudiants (estudis i programa) molt concrets, i que com s'observa són molt delimitant al resultats dels estudiants. Concretament, els estudiants de la UIB pertanyen a tots els grups d'estudiants, mentre que els de la Universitat de Jena a alumnes de màster, i els de la Universitat de Luxemburg a alumnes de primers anys de grau.

D'aquesta manera per tant, focalitzarem l'estudi entorn a la diferència que existeix com **major grau d'especialització** hi ha entre els estudiants, la diferència que hi pot haver entre les **diferents universitats**, i finalment, la comparació dels resultats obtinguts entre els **graus de ciències de la vida i el grau de ciències de la salut**.

### **6.3.- Anàlisi comparatiu entre diferents graus d'especialització ([veure l'annex 6](#)):**

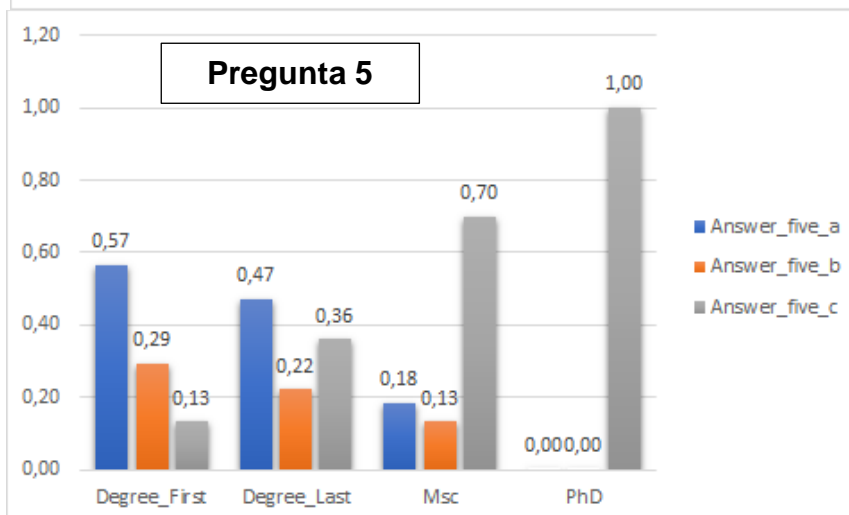
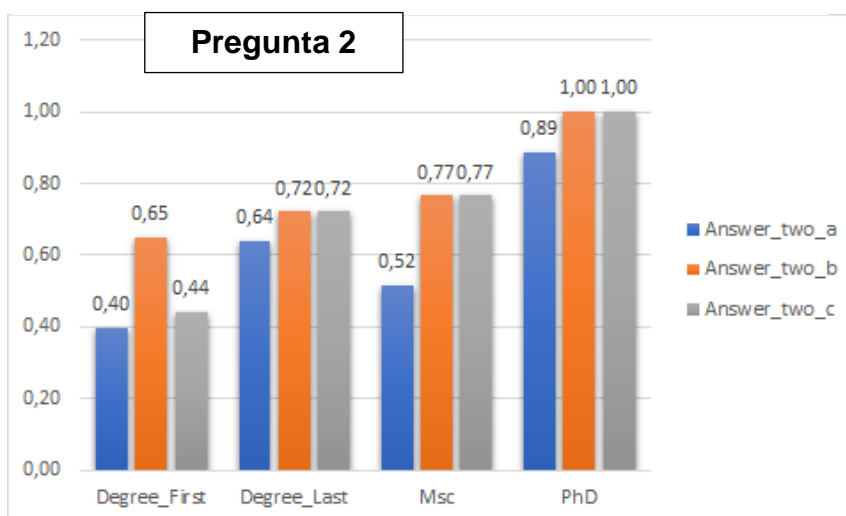
Analitzant la nota general del qüestionari per mitjà d'ANOVA d'un factor entre els diferents estudiants de la UIB al curs 2019-2020, a excepció dels alumnes de doctorat que agafem de la mostra obtinguda del curs 2017-2018, veiem que existeixen diferències significatives entre les mitjanes dels estudiants de grau, màster i doctorand, sent major la seva mitjana com major és el seu grau d'estudi i d'especialització. Així mateix, no s'observen diferències entre els mateixos alumnes de grau de primer any, i els dels darrers anys de grau.

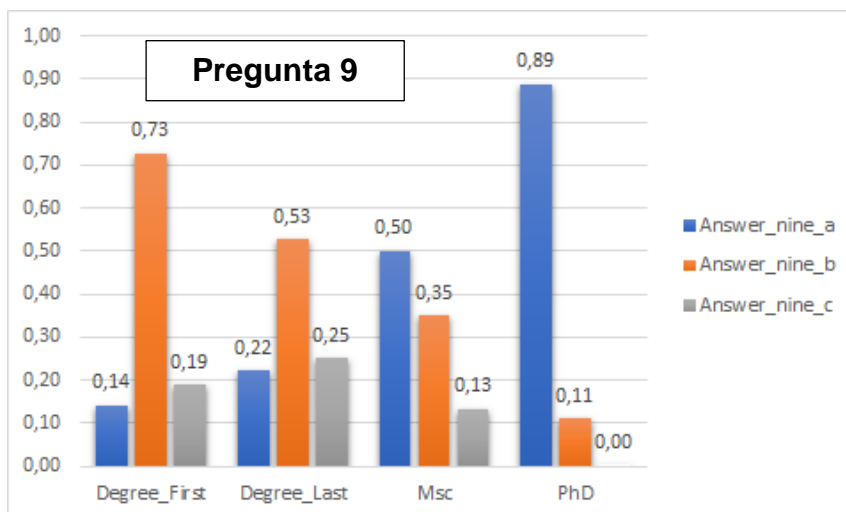
Observant les preguntes del test per separat, veiem que en absolutament totes les respostes, a excepció a la tercera pregunta, presenten diferències significatives entre tots i cada un dels grups, sent major la proporció de respostes encertades com major és el grau d'especialització, és a dir, els alumnes de màster presenten una major proporció d'encerts que els alumnes de grau, i de la mateixa manera els de doctorand que els de màster.

Cal destacar a més que en la majoria de respostes no es veuen diferències en relació a la proporció d'encerts entre els alumnes dels primers anys de grau, i els dels darrers anys de grau.

**Taula 3.** Taula extreta de l'annex anterior. Mitjana general i desviació típica de les respostes realitzades pels alumnes dels diferents programes d'estudis a la UIB.

Student	Media	N	Desviación	
Degree_First	,626374	91	,1099206	<b>A</b>
Degree_Last	,688697	36	,1172953	<b>B</b>
Msc	,803553	33	,1211460	<b>C</b>
PhD	,965517	9	,0243830	<b>D</b>
Total	,692308	169	,1447415	





**Figura 5.** Mitjana de respostes realitzades pels alumnes dels diferents programes d'estudis, de les preguntes més freqüents amb diferències significatives contrastades, és a dir, les preguntes 2,5 i 9, a l'ANOVA realitzat a l'annex anterior.

#### 6.4.- Anàlisi comparatiu entre diferents universitats ([veure l'annex 7 i 8](#)):

Volem comprovar les possibles diferències entre les universitats d'Europa (Jena i Luxemburg) i la UIB. Els alumnes de la Universitat de Jena (Alemanya) pertanyen a alumnes de màster especialitzats en nutrició, mentre que els alumnes de la Universitat de Luxemburg cursen els primers anys del grau de ciències de la vida. Per tant, les compararem amb els alumnes de la UIB que realitzen els cursos equivalents als de les universitats internacionals.

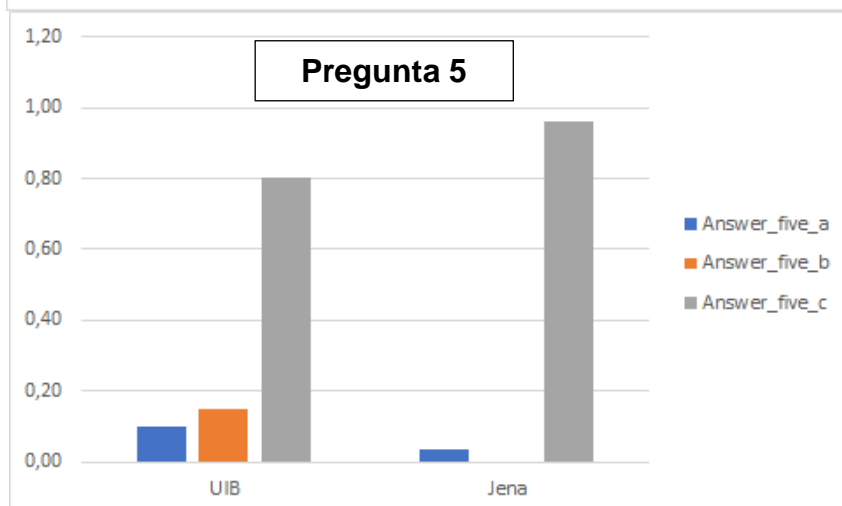
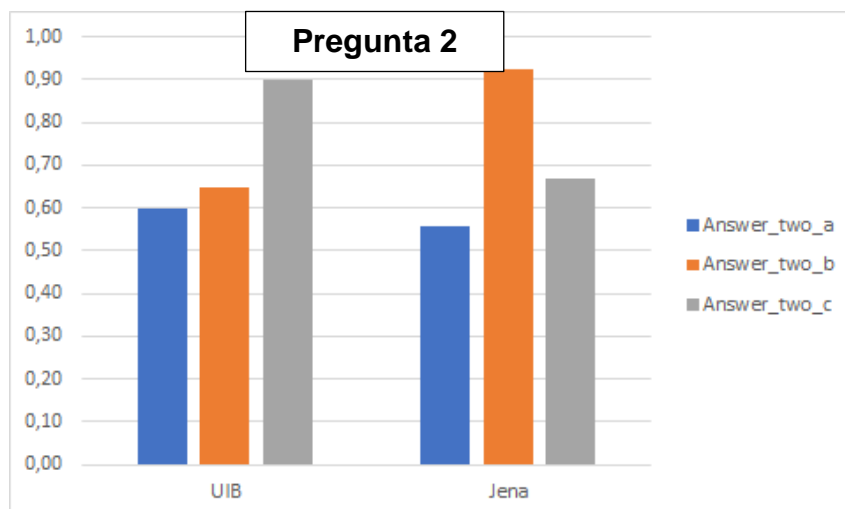
En primer lloc, comparant els alumnes dels primers anys dels graus de ciències de la UIB (Biologia i Bioquímica) amb els alumnes de Luxemburg, veiem que gairebé la mitjana entre ambdues universitats és igual i observem que per mitjà de T-test les petites diferències no són significatives entre elles ni tan sols comparant-la amb els alumnes de Bioquímica de la UIB. El mateix succeeix si comparem les preguntes del qüestionari per separat veient que no existeixen diferències significatives a excepció de les respostes (5a) i (6c), on els alumnes de la UIB contesten més encertadament en el primer cas, i els de Luxemburg en l'últim.

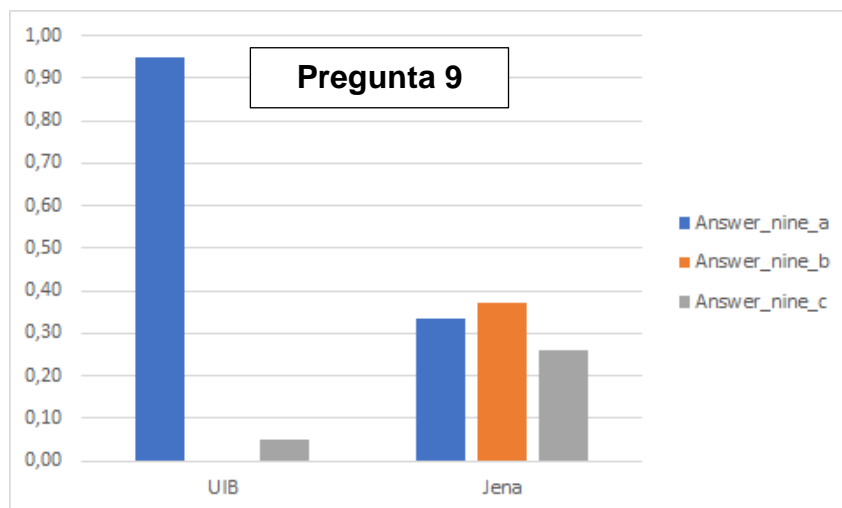
Finalment, comparant els alumnes de màster de la Universitat de Jena amb els alumnes de màster de la UIB, tots ells especialitzats en nutrició, observem per mitjà de T-test que no existeix una diferència significativa entre elles tot i la petita diferència entre ambdues mitjanes generals. Així i tot, però, comparant les respostes al qüestionari per separat, veiem que sí existeixen diferències significatives en el cas de les preguntes 2 i 9, on els alumnes de la UIB contesten de forma més encertada; i la pregunta 5, on contràriament, els alumnes de Jena contesten més encertadament que els de la UIB.

**Taula 4.** Taules extretes dels annex anteriors. A la primera taula tenim la mitjana general i desviació típica de les respostes realitzades pels alumnes grau de la UIB i de Luxemburg. I a la segona taula tenim la mitjana general i desviació típica de les respostes realitzades pels alumnes de màster de la UIB i de Jena.

	University	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
Grade	UIB	51	,656525	,1139416	,0159550	A
	Lux	15	,678161	,1039942	,0268512	A

	University	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
Grade	UIB	20	,881034	,0802672	,0179483	A
	Jena	27	,808429	,1013642	,0195076	A





**Figura 6.** Mitjana de respostes realitzades pels alumnes de màster de la UIB i els alumnes de la Universitat de Jena, de les preguntes amb diferències significatives, és a dir, les preguntes 2,5 i 9, contrastades al T-test realitzat a l'annex anterior.

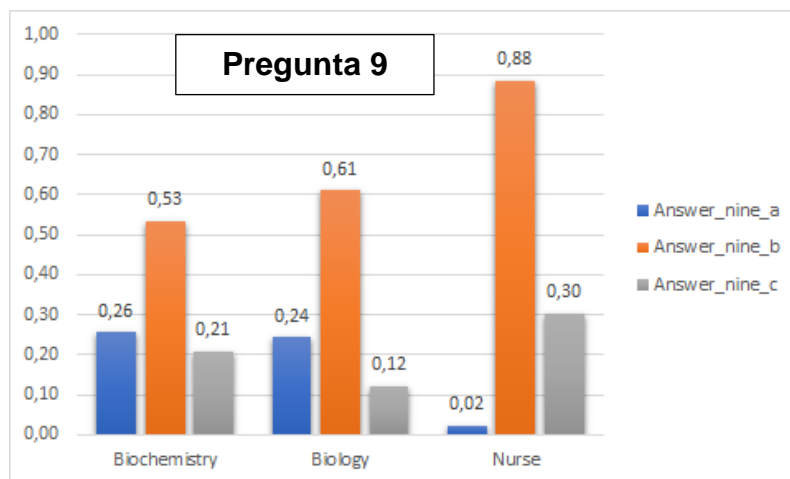
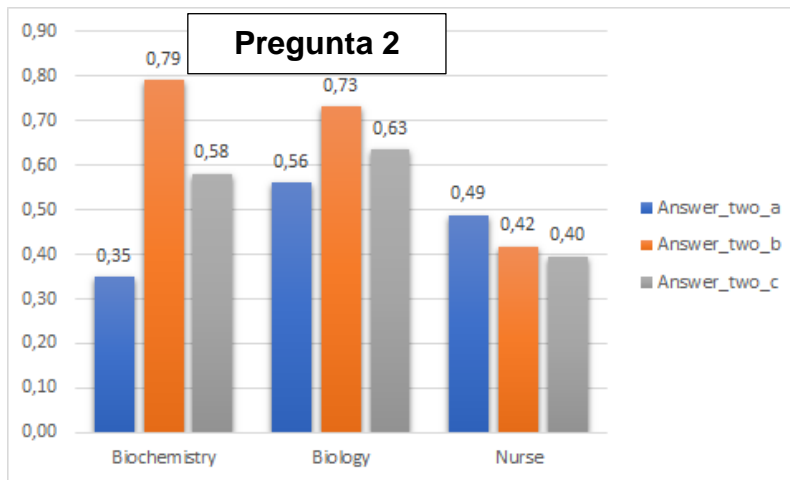
### 6.5.- Anàlisi comparatiu entre estudiants de ciències de la salut i ciències de la vida de la UIB ([veure l'annex 9](#)):

Mitjançant el test d'ANOVA d'un factor, observem que existeix una diferència significativa entre els alumnes de ciències de la vida (Biologia i Bioquímica), amb els alumnes de ciències de la salut (Infermeria), sent la mitjana del primer grup significativament superior.

De la mateixa manera, tenint en compte les respostes a les preguntes de forma independent, observem que existeixen diferències significatives en les respostes a les preguntes 1, 2, 4, 5, 7 i 9, sent major la mitjana d'encerts en el cas d'ambdós graus de ciències de la vida, en contrast amb el grau d'Infermeria.

**Taula 3.** Taula extreta de l'annex anterior. Mitjana general i desviació típica de les respostes realitzades pels alumnes dels diferents graus universitaris de la UIB.

Program	Media	N	Desv. Desviación	
Biochemistry	,692061	43	,1159387	<b>A</b>
Biology	,656013	41	,1113339	<b>A</b>
Nurse	,584603	43	,0915282	<b>B</b>
Total	,644040	127	,1150969	



**Figura 7.** Mitjana de respostes realitzades pels alumnes dels diferents graus d'estudis de la UIB, de les preguntes més freqüents amb diferències significativa, és a dir, , les preguntes 2,5 i 9, contrastades a l'ANOVA realitzat a l'annex anterior.

## 7.- Discussió:

### 7.1- Anàlisi comparatiu entre diferents graus d'especialització ([veure l'annex 6](#)):



En el present treball s'ha demostrat mitjançant l'anàlisi estadístic dels resultats al qüestionari realitzat a diferents alumnes de la Universitat de les Illes Balears, la Universitat de Luxemburg i la Universitat de Jena, de diferents estudis i graus d'estudis (estudiants de grau, màster i doctorat), que els coneixements sobre els carotenoides està relacionat amb el grup al que pertanyen.

D'aquesta manera, per tant, s'ha vist que com major grau d'estudis i especialització, major grau de coneixement sobre els carotenoides es pot observar als diferents alumnes. Obtenint una progressió en el coneixement que respecta la relació: alumnes de grau < màster < doctorat, de forma significativa, i que coincideix amb el grau d'especialització.

## **7.2- Anàlisi comparatiu entre diferents universitats ([veure l'annex 7 i 8](#)):**

Un altre resultat interessant és que no existeixen diferències significatives entre els alumnes de la UIB i els alumnes de les dues universitats estrangeres de les quals es té mostra, que en aquest cas són les universitats de Jena (Alemanya) i Luxemburg. Això per tant demostra, que tant el coneixement respecte als carotenoides en les distintes universitats és semblant, i que es podria aplicar un mateix protocol d'intervenció.

## **7.3- Anàlisi comparatiu entre estudiants de ciències de la salut i ciències de la vida de la UIB ([veure l'annex 9](#)):**

S'ha observat també que hi ha diferències significatives sobre el coneixement dels carotenoides entre els diferents graus universitaris de la UIB, on els alumnes de Biologia i Bioquímica (graus de ciències de la vida) en comparació amb els alumnes d'infermeria (grau de ciències de la salut), posseeixen major coneixements al respecte. Entre ambdós primers grups, tot i ser major la mitja obtinguda pels alumnes de Bioquímica, aquesta diferència no és significativa.

Com hem vist, els carotenoides tenen una gran importància en la salut de les persones, de la mateixa manera que ho tenen altres bioactius com vitamines (i precursors de vitamínics) i nutrients. A més, la nutrició és un dels principals factors de risc de la majoria malalties, i també, un important factor de prevenció en la salut.

Per tant, pel que fa als i les alumnes d'infermeria, s'haurien de millorar aquests coneixements, ja que seran en un futur el grup de professionals que tindran més contacte diàriament amb els pacients, podent promocionar hàbits i estils de vida saludable a aquestes persones.

Aquests últims resultats poden ser deguts a una falta d'èmfasi i de reiteració d'aspectes i conceptes nutricionals en el pla d'estudis del grau de infermeria. Aquest grau, posseeix sols dues assignatures que entren en matèria com a principal tòpic: Bioquímica i Nutrició (22703), assignatura de primer curs; i Alimentació i Dietoteràpia (22710), assignatura de segon curs. Per tant, un major èmfasi en aquestes assignatures sobre carotenoides, i altres precursors vitamínics, i vitamines i nutrients, augmentaria molt el coneixement d'aquests alumnes en aquest aspecte, de la mateixa manera que ho faria que es realitzés reiteració d'aquests aspectes al llarg del grau en diferents assignatures que tractessin factors de risc i de prevenció de determinades malalties, i la salut de determinats teixits, òrgans i sistemes (com per exemple la salut

ocular i prevenció en aquesta). Una altra proposta a contemplar, seria realitzar aquestes dues assignatures anteriors a cursos avançats, on es pogués aprofundir una mica més en els conceptes de l'assignatura, al posseir majors eines i major coneixements generals.

A diferència d'això, els alumnes de Biologia i Bioquímica al llarg del grau, en diferents assignatures tracten directament temes de salut i nutrició, o bé de forma indirecta, al parlar d'antioxidants o d'interaccions entre molècules, relacionant-se amb aquests bioactius de forma reiterada. Degut a això, trobem que les mitjanes d'ambdós graus és superior a la mitjana del grau d'infermeria de forma significativa.

Finalment, s'ha vist que al desglossar les diferents preguntes del qüestionari realitzat als diferents grups estudiats, les preguntes amb diferències significatives més repetides entre els grups són: la pregunta (2), que tracta la importància i la funcionalitat dels carotenoides enfocant-los sobretot en la seva venda i suplementació; (5), que qüestiona com es pot augmentar l'absorció i la biodisponibilitat dels carotenoides; i la pregunta (9), que tracta la constatació de que la suplementació en persones fumadores, el risc de patir càncer de pulmó augmenta molt.

D'aquesta forma, els temes que tracten aquestes preguntes són els temes que principalment s'haurien de tenir en compte a l'hora de realitzar la intervenció esmentada abans. D'aquesta manera per tant, posteriorment a la intervenció, al augmentar el coneixement dels diferents grups d'alumnes respecta aquests temes, les diferències significatives entre els diferents grups deixarien d'existir, i per tant, tindríem una nova mostra resultats semblants, i per tant, una mostra amb coneixements semblants en tota la mostra i sense diferències significatives.

## **8.- Conclusió:**

L'anàlisi estadístic dels resultats obtinguts al qüestionari realitzat a alumnes de la UIB, la Universitat de Jena i la Universitat de Luxemburg, mostra que el grau de coneixement és directament proporcional al grau d'especialització de l'estudiant, que no hi ha diferències entre universitats, i que els estudiants de ciències de la vida (Biologia i Bioquímica) presenten majors coneixements que els de ciències de la salut (Infermeria). Aquesta tendència es podria revertir i/o atenuar per mitjà d'intervencions en les diferents assignatures dels graus que tracten tòpics de nutrició i salut, prioritant la funcionalitat dels carotenoides, l'augment de l'absorció d'aquests si s'ingereixen juntament amb lípids, i la relació d'aquestes molècules amb el càncer (sobretot en persones fumadores). Amb aquests conceptes, que tracta el qüestionari en general, clars, s'establirien unes bases sòlides per a garantir la promoció d'una dieta saludable a la població general, i prevenir a aquest grup de malalties cròniques i avalar un envelliment saludable.

## Bibliografía:

- Aguilar Espinosa, M., Alcalde Aldea, M. J., & Álvarez, R. (2017). Carotenoides en agroalimentación y salud.
- C. Cotter, S., & E. Reavey, C. (2019). Diet modulates the relationship between immune gene expression and functional immune responses. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 128-141.
- Catalano, R., Maruca, A., & Bageetta, D. (2019). The Mediterranean Diet as Source of Bioactive Compounds With Multi-Targeting Anti-Cancer Profile. *European Journal of Medicinal Chemistry*.
- Chen, P., Zhang, W., & Wang, X. (2015). Lycopene and Risk of Prostate Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicine (United States)*.
- Chen, Z., Lu, X., & Xuan, Y. (s.f.). Transcriptome analysis based on a combination of sequencing platforms provides insights into leaf pigmentation in *Acer rubrum*.
- Deng, Z. Y., Shan, W. G., & Wang, S. F. (2017). Effects of astaxanthin on blood coagulation, fibrinolysis and platelet aggregation in hyperlipidemic rats. *Pharmaceutical Biology*.
- Du, X., Song, K., & Wang, J. (2017). Draft genome and SNPs associated with carotenoid accumulation in adductor muscles of bay scallop (*Argopecten irradians*). *Journal of Genomics*.
- Eisenhauer, B., Natoli, S., Liew, G., & Flood, V. M. (2017). Lutein and Zeaxanthin-Food Sources, Bioavailability and Dietary Variety in Age-Related Macular Degeneration Protection. *Nutrients*.
- Gururani, M. A., Gururani, M. A., & Tran, L. S. (2015). Regulation of photosynthesis during abiotic stress-induced photoinhibition. *Molecular Plant*.
- Hammond, B. R., Sreenivasan, V., & Suryakumar, R. (2019). The effects of blue light-filtering intraocular lenses on the protection and function of the visual system. *Clinical Ophthalmology*.
- Katherine, E., Maiorino, M., & Bellastella, G. (2015). A journey into a Mediterranean diet and type 2 diabetes: A systematic review with meta-analyses. *BMJ Open*.
- Locke, A., & Schneiderhan, J. M. (s.f.). Diets for Health: Goals and Guidelines.
- Maoka, T. (2020). Carotenoids as natural functional pigments. *Journal of Natural Medicines*.
- Meier, T., & Senfleben, K. (2015). Healthcare costs associated with an adequate intake of sugars, salt and saturated fat in Germany: A health econometrical analysis. *PLoS ONE*.
- Milani, A., Basirnejad, M., Shahbazi, S., & Bolhassani, A. (2017). Carotenoids: biochemistry, pharmacology and treatment. *British Journal of Pharmacology*.
- Moran, N. E., Mohn, E. S., & Hason, N. (2018). Intrinsic and Extrinsic Factors Impacting. *Advances in Nutrition*.
- Naruishi, K. (2020). Carotenoids and periodontal infection. *Nutrients*.
- Omenn, G. S., Goodman, G. E., & Thornquist, M. D. (1996). Effects of a Combination of Beta Carotene and Vitamin A on Lung Cancer and Cardiovascular Disease. *New England Journal of Medicine*.
- Othman, R., Azzahra, F., Azzahra, F., & Hassan, N. M. (2014). Carotenoid Biosynthesis Regulatory Mechanisms in Plants. *J. Oleo Sci*.
- R. Jay, W., J. Flammer, A., Lilach O., L., & Lerman, A. (2015). The Mediterranean diet, its components, and cardiovascular disease. *American Journal of Medicine*.
- S, D., E.M., B., L., C. S.-M., & Vecchia, L. (2017). Med Diet 4.0: The Mediterranean diet with four sustainable benefits. *Public Health Nutrition*, 1322-1330.
- Tan, B. L., & Norhaizan, N. E. (2019). Carotenoids: How Effective Are They to Prevent Age-Related Diseases? *Molecules*.

- Valls-Pedret, C., Sala-Vila, A., & Serra-Mir, M. (2015). Mediterranean diet and age-related cognitive decline: A randomized clinical trial. *JAMA Internal Medicine*.
- Weaver, R. J., Santos, E. S., & Tucker, A. M. (2018). Carotenoid metabolism strengthens the link between feather coloration and individual quality. *Nature Communications*.
- Widmer, R. J., & J. Flammer, A. (2015). The Mediterranean diet, its components, and cardiovascular disease. *American Journal of Medicine*, 229-238.

## **Annexes:**

Annex 1. Base de dades original ([https://uibes-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/cgg768\\_id\\_uib\\_cat/EUPMb8qBB7dNu0bqi9cde-MBh2ti9iplxgkxwAw3ubfDqg?e=420BkY](https://uibes-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/cgg768_id_uib_cat/EUPMb8qBB7dNu0bqi9cde-MBh2ti9iplxgkxwAw3ubfDqg?e=420BkY))

Annex 2. Base de dades simplificada ([https://uibes-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/cgg768\\_id\\_uib\\_cat/EfGr9Vrx-iNjvN1z5DsqsDUBNPkfQZ4yL6URk43Ju9voyQ?e=xhgsa1](https://uibes-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/cgg768_id_uib_cat/EfGr9Vrx-iNjvN1z5DsqsDUBNPkfQZ4yL6URk43Ju9voyQ?e=xhgsa1)).

Annex 3. Base de dades a SPSS ([https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768\\_id\\_uib\\_cat/ESoqUh4a-GFhVWXwaTC4YWwB18cRRiAF-hbk1mv7xYn\\_gA?e=dJkSxS](https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768_id_uib_cat/ESoqUh4a-GFhVWXwaTC4YWwB18cRRiAF-hbk1mv7xYn_gA?e=dJkSxS)).

Annex 4. Descripció de la mostra en SPSS ([https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768\\_id\\_uib\\_cat/EZgl89dou1tJrSQn5XkhlyEBB-X\\_CiW930WO0lpEc2s5low?e=Sx08t2](https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768_id_uib_cat/EZgl89dou1tJrSQn5XkhlyEBB-X_CiW930WO0lpEc2s5low?e=Sx08t2)).

Annex 6. Anova entre dif estudis (GENERAL) i dif estudis (sols 2020 i doctorants 2018) ([https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768\\_id\\_uib\\_cat/EcU6tOt0YfdCvpRcaHls4gQBmYchgATzK1NjLOjwH-RszQ?e=VgfHGY](https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768_id_uib_cat/EcU6tOt0YfdCvpRcaHls4gQBmYchgATzK1NjLOjwH-RszQ?e=VgfHGY)).

Annex 7. T test entre màster nutrició UIB i JENA (2020) ([https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768\\_id\\_uib\\_cat/EZ0hAmVSMvtCI7R3tjOgs8AB8qpQH9ms2OSMTa5EFq48nA?e=AOjmHR](https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768_id_uib_cat/EZ0hAmVSMvtCI7R3tjOgs8AB8qpQH9ms2OSMTa5EFq48nA?e=AOjmHR)).

Annex 8. T test entre BIO&BQ UIB i Lux i entre BQ UIB i Lux ([https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768\\_id\\_uib\\_cat/EW28ZRnEgIpFnj2DiFcfUJcBepuE8AKGsTic7JiTdhY5Yq?e=DxIUbR](https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768_id_uib_cat/EW28ZRnEgIpFnj2DiFcfUJcBepuE8AKGsTic7JiTdhY5Yq?e=DxIUbR)).

Annex 9. Anova entre dif graus (UIB i 2020) ([https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768\\_id\\_uib\\_cat/EdmEUPhjDzllnTDUOCWks1qBZrFOlSbjPLA5000-on2Cpw?e=WnAOIT](https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768_id_uib_cat/EdmEUPhjDzllnTDUOCWks1qBZrFOlSbjPLA5000-on2Cpw?e=WnAOIT)).

*Altres anàlisis estadístics interessants:*

Annex 10. Anova entre dif estudis (2018 (mostra Dr Ribot)) ([https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768\\_id\\_uib\\_cat/EcU6tOt0YfdCvpRcaHls4gQB96SkRgAKZ7ZPRXQq9rEp3A?e=K05jmY](https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768_id_uib_cat/EcU6tOt0YfdCvpRcaHls4gQB96SkRgAKZ7ZPRXQq9rEp3A?e=K05jmY)).

Annex 11. T test entre alumnes de màster nutrició 2018 i 2020 ([https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768\\_id\\_uib\\_cat/EW0P4fRbmhVBo9CvyR XuR8kBdnGCc5qSOv2jlkN6ntR6BA?e=bDCARC](https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768_id_uib_cat/EW0P4fRbmhVBo9CvyR XuR8kBdnGCc5qSOv2jlkN6ntR6BA?e=bDCARC)).

Annex 12. T test entre màster en nutrició i master distint a nutrició (UIB) ([https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768\\_id\\_uib\\_cat/EQ3KV3yogrJOIXJKp7r7GL0BcYo5Uwg5\\_0vDseoLZHI9HQ?e=m6pnQm](https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768_id_uib_cat/EQ3KV3yogrJOIXJKp7r7GL0BcYo5Uwg5_0vDseoLZHI9HQ?e=m6pnQm)).

Annex 13. T test entre primers anys de grau i últims anys de grau ([https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768\\_id\\_uib\\_cat/EQGFrpQs45pDqAqHaCETf0oBZ3g90kYIDHQbjlFJAeup4A?e=hoXoPe](https://uibes-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/cgg768_id_uib_cat/EQGFrpQs45pDqAqHaCETf0oBZ3g90kYIDHQbjlFJAeup4A?e=hoXoPe)).

Annex 14. Esborrany dels anàlisis estadístics ([https://uibes-my.sharepoint.com/:w:/g/personal/cgg768\\_id\\_uib\\_cat/EYQ5QnATpLxEj643Q6TntQABoLn1oAuP1yQzYuvntR39Gw?e=3D3w0k](https://uibes-my.sharepoint.com/:w:/g/personal/cgg768_id_uib_cat/EYQ5QnATpLxEj643Q6TntQABoLn1oAuP1yQzYuvntR39Gw?e=3D3w0k)).