

2024 - Vol. 23

# TECA

TECNOLOGIA  
I CIÈNCIA DELS  
ALIMENTS Vol. 23

## Valorem la feina de la nostra pagesia

**Proteïnes alternatives  
per al desenvolupament  
d'anàlegs carnis**

**Sostenibilitat alimentària i salut:  
un camí vers un futur conjuminat**

**Endinsa't en la revista anual de l'ACCA!**



ASSOCIACIÓ CATALANA DE  
CIÈNCIES DE L'ALIMENTACIÓ  
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans



Institut  
d'Estudis  
Catalans



# ASSOCIACIÓ CATALANA DE CIÈNCIES DE L'ALIMENTACIÓ

Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

Som una associació científica multidisciplinària, formada per professionals interessats en l'estudi, el desenvolupament i la difusió de coneixements sobre les ciències de l'alimentació en tots els seus aspectes. La nostra associació pertany a l'IEC, com a societat filial adscrita a la Secció de Ciències Biològiques.

Des de 1979 fomentem tota mena d'activitats relacionades amb el món de la salut i la seguretat alimentària, en les terres de llengua i cultura catalanes. Organitzem conferències i jornades tècniques en col·laboració amb grups de recerca i altres entitats del nostre àmbit.

**Promovem** la publicació de la revista **TECA: TECNOLOGIA I CIÈNCIA DELS ALIMENTS**, gratuïta per als socis, que té el propòsit de fomentar la relació entre els associats de l'ACCA i promoure l'intercanvi de coneixements.

**Oferim** als estudiants eines per al seu desenvolupament professional i els facilitem el contacte amb experts del sector de l'alimentació. Tenim presència al web i a les xarxes socials de l'ACCA per tal de ser un referent davant la societat catalana en les qüestions que contínuament apareixen sobre l'alimentació i la seguretat alimentària.

**Accés obert a <https://revistes.iec.cat/index.php/TECA/index>**

**Web: [acca.iec.cat](http://acca.iec.cat)**

**X/Instagram: [@ACCA\\_iec](https://www.instagram.com/ACCA_iec)**

## TECA

Revista editada per:

**ACCA Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació, filial de l'Institut d'Estudis Catalans (IEC)**

Desembre 2024, Volum 23

Coordinació editorial: Benjamín Martín Martínez

© dels autors dels articles

© ACCA Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació, filial de l'Institut d'Estudis Catalans, per a aquesta edició

Text revisat lingüísticament per la Unitat d'Edició del Servei Editorial de l'IEC

Compost per fotocomposició gama, s. l.  
Imprès a Ediciones Gráficas Rey, SL

ISSN: 2013-987X (edició electrònica)

ISSN: 1137-7976 (edició impresa)

Dipòsit Legal: B. 46874-1996



Els continguts de **TECA** estan subjectes —llevat que s'indiqui el contrari en el text o en el material gràfic— a una llicència Reconeixement - No comercial - Sense obres derivades 3.0 Espanya de Creative Commons, el text complet de la qual es pot consultar a <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/es/deed.ca>. Així doncs, s'autoritza el públic en general a reproduir, distribuir i comunicar l'obra sempre que se'n reconegui l'autoria que la publica i no se'n faci un ús comercial ni cap obra derivada.



ASSOCIACIÓ CATALANA DE  
CIÈNCIES DE L'ALIMENTACIÓ

Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

#### JUNTA DIRECTIVA ACCA (2021-2025)

##### PRESIDENTA

Montserrat Rivero i Urgell

##### VICEPRESIDENTA

M. dels Àngels Calvo Torras

##### TRESORER

José Juan Rodríguez Jerez

##### SECRETÀRIA

Catherine Vidal Ortega

##### VOCALS

Cristina Andrés Lacueva  
Montserrat Banqué Molas  
Ricard Chifré Petit  
Oriol Comas-Basté  
Joan Ramon Hidalgo Moya  
Benjamín Martín Martínez  
Manuel Martín Palomas  
Francesc Puiggròs Llavínés  
Mercè Raventós Santamaria  
Robert Soliva Fortuny  
Joan Tibau Font  
Joan Gabriel Vargas Olmo  
Isolda Ventura Arasanz  
Eulàlia Vidal Garcia

#### COMITÈ DE PUBLICACIONS TECA

Ricard Chifré Petit  
Benjamín Martín Martínez  
Mercè Raventós Santamaria

##### CONTACTE

ACCA Secretaria: Roser Rodríguez Vila  
acca@iec.cat

#### Institut d'Estudis Catalans

Carrer del Carme, 47  
08001 Barcelona  
Telèfon: +34 933 248 580

# SUMARI

## 02 EDITORIAL

*Montserrat Rivero i Urgell*

## 04 IN MEMORIAM A JOSEP OBIOLS I SALVAT (1933-2024)

*Junta Directiva de l'ACCA*

## 06 PROPOSTA D'ESTRATÈGIES DE RECERCA EN NUTRICIÓ PERSONALITZADA EN ESTADIS CLAU DE L'ENVELLIMENT REPRODUCTIU FEMENÍ DIRIGIDES AL BENESTAR DURANT LA POSTMENOPAUSA

*Francesc Puiggròs i Antoni Caimari*

## 13 COBERTURA DELS MICRONUTRIENTS AMB MAJOR RISC DE SER DEFICITARIS EN LA POBLACIÓ MÉS GRAN DE SEIXANTA-CINC ANYS, BENEFICIÀRIA DEL BANC DELS ALIMENTS DE BARCELONA

*Stephany Gissel Aguirre Freire, Montserrat Rivero i Urgell i Montserrat Banqué i Molas*

## 26 PROTEÏNES ALTERNATIVES PER AL DESENVOLUPAMENT D'ANÀLEGS CARNIS

*Marc Rubio Celorio*

## 38 ELS JOVES INVESTIGADORS DE L'ASSOCIACIÓ CATALANA DE CIÈNCIES DE L'ALIMENTACIÓ

*Montserrat Rivero i Urgell*

## 44 SOSTENIBILITAT ALIMENTÀRIA I SALUT: UN CAMÍ VERS UN FUTUR CONJUMINAT. COMPROMÍS PER A UNA ALIMENTACIÓ SALUDABLE I SOSTENIBLE

*Antoni Garcia Gabarra i Sandra Ribas Malagrida*

## 52 FERMENTACIÓ EN ESTAT SÒLID: UNA TÈCNICA AMB GRAN POTENCIAL PEL SUPRARECICLATGE (UPCYCLING)

*Arnau Vilas-Franquesa i Juliana Villasante*

## 58 LEGISLACIÓ ALIMENTÀRIA

*Joan Ramon Hidalgo Moya*

## 62 INGESTA D'ALIMENTS ULTRAPROCESSATS I RELACIÓ AMB LA SALUT MENTAL

*Marta Castells Cuixart i Isabel Labad Urgell*

## 64 EFECTE SOBRE LA SALUT INTESTINAL D'EXTRACTES OBTINGUTS DE FONTS MARINES PER A LA SEVA POTENCIAL APLICACIÓ COM A INGREDIENTS EN L'ELABORACIÓ D'ALIMENTS FUNCIONALS

*Arnau Molina Olivera*

## 66 AVALUACIÓ DE LA DETECCIÓ DE FRAUS ALIMENTARIS MITJANÇANT ESPECTROSCÒPIA DE FLUORESCÈNCIA FRONT-FACE

*Xavier Marín Anglada*

## 69 EFECTE D'UNA INTERVENCIÓ D'ESTIL DE VIDA DE TRES ANYS SOBRE LA LONGITUD DELS TELÒMERS EN PARTICIPANTS DEL PREDIMED-PLUS: UN ASSAIG ALEATORI

*María Fernández de la Puente Cervera*

## 71 ACTUALITZACIÓ DEL CONEIXEMENT EN INTERACCIONS ENTRE MEDICAMENTS I ALIMENTS

*Aquilino García Perea, Josep Antoni Tur Marí i Carmen del Campo Arroyo*

## 75 SABIES QUE...

## 78 BENVINGUDA ALS NOUS SOCIS I SÒCIES

## 79 ACTIVITATS 2023-2024

## 83 COMUNICACIÓ

## 84 PUBLICAR A TECA

## 86 VOLS FER-TE SOCI/SÒCIA DE L'ACCA?

## 86 BENEFICIS PER ALS SOCIS I SÒCIES DE L'ACCA

# Editorial



**Benvolguts amics i socis de l'ACCA, és un plaer tornar a presentar la nostra revista TECA: TECNOLOGIA I CIÈNCIA DELS ALIMENTS, corresponent al 2024, com a mitjà de comunicació i formació entre tots els professionals de la nostra associació.**

**H**em tingut un any molt interessant ple d'activitats pròpies i compartides amb altres institucions amb les quals col·laborem habitualment, com veureu amb detall a la secció d'activitats. Pretenem continuar ampliant la xarxa de col·laboracions que ens enriqueixen moltíssim.

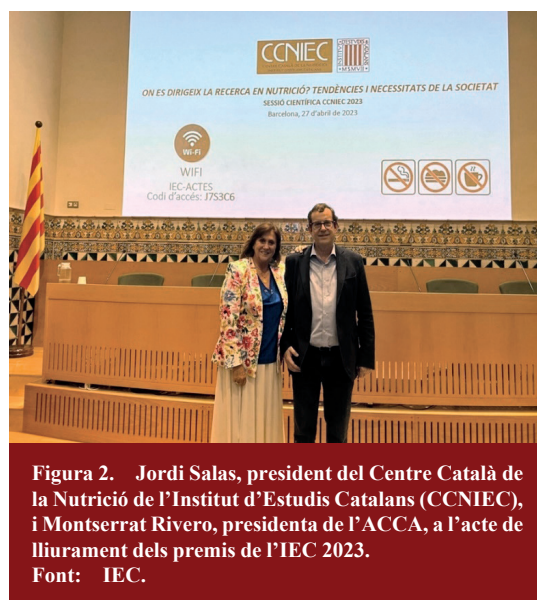
Vull aprofitar per agrair al professor doctor **Abel Mariné**, ara que es jubila com a delegat de l'Institut d'Estudis Catalans (IEC) a la Junta, els anys dedicats a l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (ACCA) com a conseller i participant actiu en moltes activitats. Esperem seguir gaudint de la seva companyia i dels seus coneixements.



**Figura 1.** Abel Mariné i Montserrat Rivero al pati de l'IEC.  
Font: IEC.

També vull donar la benvinguda al seu substitut, el doctor **Jordi Salas**, que ha estat nomenat nou delegat de l'IEC a la Junta de l'ACCA. Conec el Jordi des de fa més de trenta anys, quan vam coincidir a França fent la nostra especialitat en nutrició humana, que no existia, en aquells moments, a les universitats de l'Estat espanyol. Des d'aleshores, ens hem seguit professionalment, hem col·laborat

en moltes ocasions i ara tenim l'oportunitat de tornar-ho a fer. Un plaer que de ben segur gaudirem.



**Figura 2.** Jordi Salas, president del Centre Català de la Nutrició de l'Institut d'Estudis Catalans (CCNIEC), i Montserrat Rivero, presidenta de l'ACCA, a l'acte de lliurament dels premis de l'IEC 2023.  
Font: IEC.

Veureu canvis en les comissions de treball d'ACCA (vegeu la figura 3). Hem creat la **Comissió de les Comunicacions**, per ser més propers als socis, i també la **Comissió de Joves**, per donar veu en els seus inicis professionals als socis joves i perquè trobin suport en els socis sèniors. És el que trobareu en aquest número, un article sobre alguns d'ells. Esperem que s'incorporin als grups de treball de l'ACCA i així es donin a conèixer a l'**Institut d'Estudis Catalans (IEC)**.

Catalunya ha estat nomenada per a l'any 2025 **Regió Mundial de la Gastronomia**. Es convertirà, d'aquesta manera, en la primera regió europea que rep aquesta distinció. El reconeixement confirma la consolidació d'un model turístic innovador i regeneratiu en què la revolució gastronòmica de Catalunya va molt més enllà dels restaurants i obre les portes a descobrir el territori i la producció alimentària local i singular. És, sens dubte, una oportunitat extraordinària per reforçar les sinergies entre les administracions i el sector; posar més en valor tot el patrimoni i teixit agroalimentari i culinari català, i promoure'l tant en l'àmbit local com internacional.



Figura 3. Esquema de les actuals comissions de treball de l'ACCA.  
Font: Elaboració pròpia.

L'ACCA, que va assistir a la presentació oficial amb els consellers d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural i el conseller d'Empresa i Treball, amb la presència de la Fundació Bulli, la Fundació Alicia i representants de la ramaderia i l'agricultura, es va adherir al manifest que ens permetrà sumar-nos a les activitats del pla d'accions i fer ús del logotip del títol *Catalunya, Regió Mundial de la Gastronomia 2025*.

Respecte al Premi **M. del Carmen de la Torre Boronat** de l'ACCA, que aquest any ha tingut molt bona acollida, en aquest volum trobareu un resum dels tres treballs premiats corresponents a l'edició 2024. Aprofito per agrair als patrocinadors empresarials, com Ordesa Lab, l'aportació econòmica que ens ha permès consolidar els treballs premiats i d'aquesta manera arribar a més temes de recerca.

Continuem treballant amb els **quatre Bancs dels Aliments catalans** des del seu **Centre d'Estudis** amb voluntaris de l'ACCA, amb l'objectiu de reduir la pobresa alimentària, millorar l'equilibri nutricional i, sobretot, disminuir el malbaratament. Col·laborem en projectes concrets aquest any amb universitats com la Universitat Rovira i Virgili, la Universitat Autònoma de Barcelona i la Universitat Politècnica de Catalunya. Trobareu les activitats conjuntes en la secció corresponent d'aquest volum.

A punt de tancar aquest editorial, he sabut que he estat premiada pel **Ministeri de Ciències, Innovació i Universitats espanyol, com a científica innovadora 2023**, juntament amb altres dones científiques de tot Espanya. Agraeixo molt aquesta inesperada distinció. Podeu trobar-ne més informació en l'enllaç <https://cientificasinnovadoras.fecyt.es/cientificas/montserrat-rivero-i-urgell>.

Finalment, us recordo que en l'assemblea general de socis que celebrarem el mes de març de 2025 tindrem eleccions per a escollir una nova Junta de l'ACCA. Seguint la normativa vigent de l'IEC i havent transcorregut els vuit anys màxims permesos en els diferents càrrecs, caldrà fer una renovació. Una part de la Junta actual no podrà renovar, però sí que ho podran fer els que no hagin assolit aquest període de vuit anys. És important que participeu activament en les eleccions perquè el lideratge de la nostra associació es comprometi a continuar fent-la créixer tant científicament com professionalment.

Sent presidenta de l'ACCA he tingut l'oportunitat de conèixer millor l'Institut d'Estudis Catalans, que compta amb vuit-mil professionals en totes les matèries científiques i he descobert la seva rellevància cultural i lingüística per als països de llengua catalana.

L'IEC està entrevistant tots els presidents de les filials per tal de donar a conèixer la història i els objectius de cadascuna. L'ACCA va ser de les primeres i ja teniu disponible l'entrevista al lloc web de l'IEC. Per a la vostra comoditat, us adjunto l'enllaç perquè la pugueu llegir: [https://www.iec.cat/societats-filials/?id\\_noticia=3772&utm\\_source=newsletter&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=BUTLLETI\\_285&backurl=/la-veu-de-liec-285](https://www.iec.cat/societats-filials/?id_noticia=3772&utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=BUTLLETI_285&backurl=/la-veu-de-liec-285).

Sempre donaré suport a aquesta fantàstica i important institució científica catalana de la qual tots ens hem de sentir molt orgullosos.

**Montserrat Rivero i Urgell**

Presidenta de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació

# In memoriam a Josep Obiols i Salvat (1933-2024)

## JUNTA DIRECTIVA DE L'ACCA



El doctor Josep Obiols i Salvat ens va deixar el passat 10 de desembre de 2023. Des de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (ACCA), li volem dedicar un entranyable record.

Va néixer a Barcelona el 1933. Va estudiar a l'Institut Químic de Sarrià (IQS), on va obtenir el grau de doctor enginyer químic el 1978. A l'IQS va desenvolupar la seva carrera docent, investigadora i de transferència de tecnologia. Va ser professor adjunt (1965-1978), secretari dels Serveis Tècnics (1965-1986), director del Departament de Química Analítica, professor agregat, numerari i catedràtic (1978-1998). I des del 1998 en va ser professor emèrit. Mai va deixar el seu lligam amb l'IQS, va seguir com a representant de l'associació d'exalumnes (AIQS Sèniors), aportant la seva experiència, animant sempre altres persones a participar-hi activament. Però la seva tasca va transcendir més enllà i va apropar la institució a molts dels que treballàvem en el món de la ciència i la tecnologia dels aliments. Va fer visible la institució a través de les jornades *Healthy Ingredients*, que organitzava el Grup Professional Alimentari de l'AIQS al qual pertanyia. Per això, per a molts de nosaltres, el doctor Obiols era el referent de l'IQS.

Magda Faijes, professora titular de l'IQS, ens n'explica records, especialment les seves classes amb les planxetes de vinil, i rememora la confiança que depositava en els seus alumnes, com aconseguia treure el màxim de tots ells. Va fomentar la col·laboració entre professionals del món de l'alimentació i va teixir una fructífera amistat amb companys com Robert Xalabarder i M. del Carmen de la Torre que va perdurar sempre. També ens relata que el dia del funeral es va endarrerir una mica: «potser el doctor Obiols mateix ho va organitzar, “Ara que estan

tots aquí, que tinguin temps de retrobar-se i connectar de nou...”». Magda Faijes el recorda com un creador d'infinides idees, cercador de solucions, impulsor de col·laboracions, de reunions científiques i enginyoses. Va ser un professor que es convertia en mentor, en un gran mestre de la ciència i de la vida.

Va ser president de la nostra associació en dos períodes importants, entre els anys 1989 i 1991 i després entre el 2003 i el 2011. Va treballar de manera constant i va deixar una forta empremta. Els que vam compartir Junta amb ell recordem els seus coneixements amplis, el seu tarannà conciliador i iniciador que el feia estar sempre obert a explorar maneres noves d'apropar la ciència i la química dels aliments a tots els professionals interessats.

Alguns dels seus articles publicats, molts dels quals a TECA i en col·laboració amb altres companys, són:

- OBIOLS I SALVAT, Josep; TOMÀS I MORER, Xavier (1986). «Reflexions sobre l'aportació de la química analítica a l'estudi del medi ambient». *Butlletí de les Societats Catalanes de Física, Química, Matemàtiques i Tecnologia* [Barcelona], vol. 7, núm. 2, p. 475-478. També disponible en línia a: <<https://raco.cat/index.php/ButlletisCFQMT/article/view/221971>> [Consulta: 1 agost 2024].
- OBIOLS I SALVAT, Josep (2005). «20è aniversari de l'IRTA». *TECA: Tecnologia i Ciència dels Aliments* [Barcelona], vol. 8, p. 3. També disponible en línia a: <<https://revistes.iec.cat/index.php/TECA/article/view/3663.001/5121>> [1 agost 2024].
- OBIOLS I SALVAT, Josep (2007). «Centre de Noves Tecnologies i Processos Alimentaris». *TECA: Tecnologia*

*i Ciència dels Aliments* [Barcelona], vol. 11, p. 38-39. També disponible en línia a: <<https://revistes.iec.cat/index.php/TECA/article/view/29850.001/5083>> [1 agost 2024].

- OBIOLS I SALVAT, Josep (2010). «*Visualplats: guia per a l'alimentació equilibrada*». *TECA: Tecnologia i Ciència dels Aliments* [Barcelona], vol. 12, núm. 1, p. 39-40. També disponible en línia a: <<https://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000115/00000098.pdf>> [Consulta: 1 agost 2024].
- CANICIO, Josep Alfonso; CASTELLS ESQUÉ, Pere; MANS I TEIXIDÓ, Claudi; MARTÍN BELLOSO, Olga; OBIOLS I SALVAT, Josep (2011). «Química alimentària: ciència *versus* cultura». *TECA: Tecnologia i Ciència dels Aliments* [Barcelona], vol. 13, núm. 2, p. 46-53. També disponible en línia a: <<https://revistes.iec.cat/index.php/TECA/article/view/54830>> [Consulta: 1 agost 2024].

La seva labor envers l'ACCA va quedar reconeguda en l'acte que es va celebrar el desembre de 2020. La presidenta actual, Montserrat Rivero, va organitzar un homenatge conjunt a tots els presidents de l'ACCA. En aquell acte entranyable Claudi Mans va fer la presentació del doctor Obiols, qui va fer un discurs en què recordava la seva trajectòria i alguna anècdota divertida, com la de les reunions amb amics de la professió a l'Acadèmia de Principals Alimentaris (APA), que fou constituïda l'any 1988 per un *numerus clausus* de catorze persones, cadascuna de les quals s'atribuïa el nom d'un element químic (triptòfan, sodi, hesperidina, etc.).

El doctor Obiols es va mantenir sempre actiu i molt proper a l'ACCA. Els socis i amics que vam ser li agraïm profundament la seva tasca.

Descansi en pau.

# Proposta d'estratègies de recerca en nutrició personalitzada en estadis clau de l'envelliment reproductiu femení dirigides al benestar durant la postmenopausa

## *Proposal of research strategies in personalized nutrition in key stages of female reproductive ageing aimed at women's well-being during postmenopause*

**FRANCESC PUIGGRÒS I ANTONI CAIMARI**

Eurecat, Centre Tecnològic de Catalunya. Àrea Biotecnològica

**RESUM:** L'aplicació de la nutrició de precisió dirigida a dones perimenopàusiques i postmenopàusiques es percep com un cas d'aplicació concreta d'alt interès per generar coneixement quant a l'impacte de la nutrició en les alteracions inherents al procés d'envelliment reproductiu. El disseny d'intervencions nutricionals innovadores i l'aposta per generar aliments funcionals o nutracèutics en el marc d'aquests patrons és una oportunitat que, per raons demogràfiques, ha de poder permetre una adopció d'hàbits nutricionals preventius, en etapes prèvies al declivi de la fertilitat (perimenopausa), i correctius, en els factors de risc descrits durant la perimenopausa i la postmenopausa, que afavoreixin el benestar i la salut de la dona al llarg del temps.

Per això, l'àmbit de la recerca farà ús combinat de les tecnologies òmiques, les eines informàtiques i la intelli-

**ABSTRACT:** *The application of precision nutrition targeted at peri- and postmenopausal women is considered a highly interesting field for generating knowledge about the impact of nutrition on inherent alterations in the reproductive ageing process. The design of innovative nutritional interventions and the development of functional foods or nutraceuticals within this framework provide an opportunity that, for demographic reasons, should enable the adoption of preventive nutritional habits during pre-fertility-decline stages (perimenopause), and corrective measures for the risk factors present in peri- and postmenopause, improving women's well-being and health over time.*

*Therefore, research in this field should employ a combined use of omics technologies, computational tools*



gència artificial per emetre recomanacions automatitzades precises a escala grupal en funció dels metabotips —grups de persones amb metabolismes similars— obtinguts. És a dir, integrarà les dades fenotípiques generades mitjançant l'aplicació de la metabolòmica, la metagenòmica i la utilització de biomarcadors clàssics de salut, el perfil genètic i epigenètic, els hàbits i registres dietètics i l'estil de vida.

**PARAULES CLAU:** dona, (peri)menopausa, nutrició de precisió, nutrició personalitzada, metabotips, enterotips, tecnologies òmiques.

*and artificial intelligence to provide precise automated recommendations for metabotype-based groups – groups of individuals with similar metabolisms. This requires the integration of phenotypic data obtained by application of metabolomics and metagenomics, and the use of classic health biomarkers, genetic and epigenetic profiles, dietary habits and records, and lifestyles.*

**KEYWORDS:** women, (peri)menopause, precision nutrition, personalized nutrition, metabotypes, enterotypes, omics technologies.

## LA MENOPAUSA I ESTADIS ANTERIORS

La menopausa es defineix com l'absència de períodes menstruals durant dotze mesos consecutius i determina, per a la dona, el canvi de l'estat reproductor al no reproductor (WHO, 1996). Amb un inici variable, la menopausa natural es sol iniciar entre els quaranta-cinc i els cinquanta-cinc anys com a etapa normal del procés d'envelliment de la dona (Santoro *et al.*, 2007; WHO, 1996). Una etapa condicionada per alteracions hormonals i conseqüències sobre el sistema cardiovascular associats a obesitat abdominal, resistència a la insulina, disminució de la despesa energètica, disfunció endotelial, hipertensió i dislipèmia, així com per un increment de l'estat inflamatori en patologies característiques d'aquesta etapa de la vida com l'osteoporosi, produïda per la progressiva pèrdua de la densitat mineral òssia (Chalvon-Demersay *et al.*, 2017).

Tanmateix, existeixen un conjunt de modificacions clíniques que s'esdevenen amb anterioritat, uns quatre anys abans d'apreciar irregularitats en el cicle menstrual o vuit anys abans de la detecció de canvis hormonals. En conjunt, aquesta etapa es coneix com a transició menopàusica o perimenopausa i es considera l'inici de l'envelliment reproductiu (Gordon *et al.*, 2019). La perimenopausa compren tres estadis: la transició preliminar, amb irregularitats en el cicle menstrual; la transició posterior, amb amenorrea, amb intervals d'amenorrea de més de seixanta dies en els dotze mesos anteriors, i la postmenopausa preliminar, marcada pel primer any sense menstruació, considerada el punt de partida de la postmenopausa. Aquest tercer estadi és, per consens, el punt temporal de partida de l'etapa coneguda com a postmenopausa (Harlow *et al.*, 2012).

El procés d'envelliment reproductiu va lligat a la fluctuació dels nivells hormonals d'estrògens (Kermath i Gore, 2012) i, de la mateixa forma que a partir de la menopausa, l'etapa anterior de perimenopausa també va unida a un estat d'estrès oxidatiu com a factor de risc de patologies silencioses com l'osteoporosi, l'aterosclerosi i les conegudes manifestacions somatovegetatives com els cops de calor (fogots), sudoració nocturna, palpitació cardíaca i alteracions del son (Žitňanová *et al.*, 2011). També en un pla epidemiològic, la literatura descriu que entre el 45 i el 68% de dones perimenopàusiques mostren símptomes depressius comparades amb el 28-31% de dones premenopàusiques (Maki *et al.*, 2019), la qual cosa suggereix el lligam entre l'envelliment reproductiu i la modulació cognitiva (Brinton *et al.*, 2015). En aquest sentit, les modulacions hormonals s'originen per l'alteració del complex sistema de retroalimentació entre el cervell, la glàndula pituïtària i el tracte reproductiu, el que es coneix com eix hipotàlem-pituïtari-gonadal (o HPG) i que regula el cicle reproductiu. L'hipotàlem sintetitza i allibera l'hormona alliberadora de gonadotropina (Gn-RH) de les neurones i aquesta indica a la glàndula pituïtària anterior que sintetitzi i secreti l'hormona estimulant del fol·licle (FSH) i l'hormona luteïnitzant (LH) en el torrent sanguini central (Hale, Robertson i Burger, 2014; Koebele i Bimonte-Nelson, 2016). Amb l'edat, la reducció del nombre de fol·licles i també dels nivells de components clau del sistema de retroalimentació comporten, entre altres canvis endocrins, la dràstica

**«La menopausa natural es sol iniciar entre els quaranta-cinc i els cinquanta-cinc anys.»**

secreció cíclica dels nivells d'estrògens, principalment 17 $\beta$ -estradiol, i l'inici de patrons d'ovulació irregulars (Han *et al.*, 2010).

En conjunt, la transició a la menopausa —lligada a desregulació hormonal i afectació metabòlica i alteracions en l'eix HPG— i la posterior etapa postreproductiva s'acompanyen de canvis fisiològics, de comportament i cognitius que poden afectar la qualitat de vida (Hale, Robertson i Burger, 2014; Koebele i Bimonte-Nelson, 2016).

Es posa en relleu, doncs, la necessitat de considerar el dimorfisme de gènere com a aspecte clau en la recerca per entendre la resposta diferencial entre dona i home davant reptes en la seva homeòstasi. La transició a la menopausa, segurament, esdevé el paradigma d'aquest dimorfisme, amb una distribució i/o acumulació del greix en la dona que implica un major risc d'obesitat en dones (Shapira, 2013). Alhora, en etapes anteriors, la dona sembla que té una millor resposta a dietes de reducció de pes, amb les quals perd més greix abdominal inferior, i una millor resposta a dietes hiperproteiques en oposició amb dietes riques en carbohidrats, més risc derivat del sedentarisme que beneficis per l'exercici, una tendència a la manifestació retardada de l'obesitat central, síndrome metabòlica, diabetis, malalties cardiovasculars i certs càncers, però que s'accelera un cop ha passat la menopausa (Shapira, 2013). Tot plegat, suggereix la necessitat de diferents perspectives metabòliques i cronològiques per a la prevenció/intervenció, amb especial èmfasi en modulacions de l'estil de vida en general i de la nutrició predictiva, preventiva i personalitzada en particular.

## MICROBIOTA INTESTINAL, MENOPAUSA I PROBIÒTICS

D'altra banda, la microbiota també és un aspecte que recentment s'ha vist que cal considerar pel que fa al binomi menopausa i salut de la dona. La literatura mostra canvis significatius en la microbiota intestinal (MI) entre dones premenopàusiques i postmenopàusiques (Santos-Marcos *et al.*, 2018). En l'etapa anterior a la menopausa hi ha una major ràtio firmicutes/bacteroidetes, més abundància relativa de *Lachnospira* i *Roseburia* i menys abundància dels gèneres *Prevotella*, *Parabacteroides* i *Bilophila*, i menys nivells de proteïnes proinflamàtores IL-6 i MCP-1 en comparació amb l'etapa postmenopàusica (Santos-Marcos *et al.*, 2018), la qual cosa suggereix que la composició de l'MI és un factor que podria expli-

car la major incidència de malalties metabòliques que es donen en la postmenopausa, malgrat és encara aviat per confirmar aquesta relació (Santos-Marcos *et al.*, 2018). I en relació amb això, s'ha descrit que la disbiosi, un estat de reducció de la diversitat microbiana, redueix les reaccions de deconjugació enzimàtica, necessàries per regular els nivells d'estrògens, en les formes actives (Baker, Al-Nakkash i Herbst-Kralovetz, 2017), cosa que redueix, per tant, el nombre d'estrògens circulants, aspecte del fenotip inherent a la menopausa (Baker, Al-Nakkash i Herbst-Kralovetz, 2017).

Tot i que la teràpia amb estrògens (teràpia hormonal substitutiva, THS) s'ha mostrat efectiva en la prevenció i el tractament de l'osteoporosi deficient d'estrògens en les dones, continua sent-ne controvertit l'ús per la seva associació amb un augment del risc de càncer de mama, d'endometri i d'ovaris (Abboud i Papandreou, 2019). Per aquest motiu, els darrers anys ha emergit l'interès a trobar teràpies alternatives o complementàries per als trastorns metabòlics associats a la menopausa. En aquest sentit, la ingesta de compostos bioactius pot exercir accions biològiques sobre el metabolisme del colesterol, la inflamació, el metabolisme ossi i l'estrès oxidatiu, entre altres. Especial menció rep la tendència a l'ús de probiòtics, microorganismes vius que quan s'administren en quantitats adequades presenten efectes beneficiosos en l'hoste que s'associen freqüentment a canvis favorables en la composició de l'MI (Abboud i Papandreou, 2019). Per exemple, en un model animal de menopausa, el consum de certes soques dels gèneres *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, sols o en combinació amb prebiòtics (simbiòtics), s'ha demostrat que té un efecte mitigador de la pèrdua de massa òssia (Parvaneh *et al.*, 2015; Scholz-Ahrens *et al.*, 2016), acompanyat de canvis significatius en la composició de l'MI (Scholz-Ahrens *et al.*, 2016; Britton *et al.*, 2014).

En humans, la suplementació amb set soques de bacteris dels gèneres *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* i *Streptococcus* disminueix la reabsorció d'os en dones postmenopàusiques amb osteopènia, perquè fa minvar els nivells en sang de proteïnes que tenen un paper fonamental en la reabsorció òssia (Jafarnejad *et al.*, 2017) i un paper immunomodulador beneficiós reduint nivells de citokines proinflamàtores i osteolítiques com el factor de necrosi tumoral  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) (Jafarnejad *et al.*, 2017) i la interleucina-1b (IL-1b) (Abboud i Papandreou, 2019). La producció d'àcids grassos de cadena curta (SCFA, de l'anglès *short chain fatty acids*) (Abboud i Papandreou, 2019), subproductes produïts per l'MI durant la fermentació de la fibra dietètica, s'ha suggerit com un altre mecanisme d'acció dels probiòtics sobre els osteoclasts i els

osteoblasts (Abboud i Papandreou, 2019), bé a través del butirat suprimint la via de senyalització del factor nuclear potenciador de les cadenes lleugeres kappa de les cèl·lules B activades (NFκB) (Rahman *et al.*, 2003), bé a través dels SCFA amb efectes indirectes sobre factors endocrins com el pèptid YY (PYY) i el pèptid similar al glucagó-1 (GLP-1) (Abboud i Papandreou, 2019). El PYY és una hormona gastrointestinal segregada per les cèl·lules L endocrines i està associada negativament a la densitat mineral òssia total del cos i del maluc en dones premenopàusiques (Tang, Kitai i Hazen, 2017). S'ha demostrat que el GLP-1, una hormona també secretada per les cèl·lules L endocrines, actua com a regulador del metabolisme de l'os, altera l'equilibri entre la diferenciació dels osteoblasts i els adipòcits de les cèl·lules mare mesenquimàtiques dels ossos i promou una major formació d'os (Luo, Liu i Lu, 2016).

La investigació sobre la interacció entre el sistema gastrointestinal i el cervell ha permès descobrir durant els últims anys un sistema complex de comunicació que no només assegura el correcte manteniment de l'homeòstasi intestinal, sinó que té múltiples efectes sobre l'estat emocional o la funció cognitiva. Aquestes interaccions complexes s'inclouen dins del que s'ha anomenat *eix intestí-cervell* (GBA, de l'anglès *gut-brain axis*) o, alternativament, «eix microbiota-intestí-cervell» (Rhee, Pothoulakis i Mayer, 2009). La missió del GBA és monitoritzar i integrar les funcions intestinals, així com enllaçar els centres emocionals i cognitius del cervell amb les funcions intestinals i mecanismes com l'activació immune, la permeabilitat intestinal, el reflex entèric i la senyalització entero-endocrina (Carabotti *et al.*, 2015).

Evidències científiques recents obtingudes en models murins suggereixen una connexió clara entre l'MI i el GBA, s'observen canvis relacionats amb el comportament emocional, com l'ansietat i la depressió, en animals als quals se'ls ha modificat l'MI mitjançant la infecció amb patògens, la ingesta de probiòtics o el trasplantament de microbiota provinent d'animals amb obesitat induïda per dieta (Mayer, Tillisch i Gupta, 2015; Luna i Foster, 2015). Així, en un estudi es va demostrar que el trasplantament de la microbiota provinent de ratolins amb obesitat induïda per dieta a ratolins normopès era capaç d'alterar la funció i la fisiologia cerebral dels animals trasplantats fins i tot en absència d'obesitat (Bruce-Keller *et al.*, 2014). S'ha demostrat que la ingesta d'un probiòtic basat en *Lactobacillus rhamnosus* és capaç de modular el sistema de l'àcid γ-aminobutíric (GABA) en el cervell a través de la connexió vagal. En aquests ratolins es va observar una millora significativa de l'ansietat innata i l'estrès induït

(Bravo *et al.*, 2011), la qual cosa suggereix que la modificació de l'MI mitjançant intervencions nutricionals amb probiòtics podria ser una estratègia potencial per atenuar les complicacions neurològiques associades a diferents patologies o a diferents estats com la menopausa. Els prebiòtics també podrien exercir un efecte modulador de la conducta i els processos cognitius, sobre la base de la teoria de l'eix intestí-cervell. En aquest sentit, s'ha vist com la ingesta d'una fibra prebiòtica extreta de l'arrel de la xicoira, composta per inulina enriquida amb oligofructosa (Orafti® Synergy1), no només era capaç de disminuir la ingesta (Hume, Nicolucci i Reimer, 2015), el pes corporal (Anastasovska *et al.*, 2012) i l'adipositat (Anastasovska *et al.*, 2012), sinó que a més produïa, en rates, canvis neurològics a l'hipotàlem (Anastasovska *et al.*, 2012).

Els canvis metabòlics i hormonals, propis de la menopausa o que condicionen la menopausa per altres patologies anteriors, afecten la salut i la qualitat de vida de les dones perimenopàusiques i postmenopàusiques i acceleren els processos que afavoreixen l'augment de la prevalença de les patologies metabòliques.

## ESTRATÈGIES DE NUTRICIÓ EN L'ENVELLIMENT REPRODUCTIU DE LA DONA

Per tal de retardar aquesta acceleració, aquestes malalties cròniques tenen en la fase de transició cap a la menopausa una finestra d'actuació. I això suggereix la necessitat de diferents perspectives nutricionals per abordar la menopausa i la transició fins a arribar-hi per prevenir aquestes patologies (Shapira, 2013; Villa *et al.*, 2017). Tenint en consideració, a més, les respostes diferencials de la dona als canvis dels estils de vida i de la resposta metabòlica, es posa de manifest l'interès en el camp de la nutrició personalitzada o de precisió fent èmfasi en els aspectes de gènere (Shapira, 2013). Hi ha alguns articles que aborden estratègies nutricionals dirigides a incidir en els símptomes de la menopausa i en els desordres metabòlics que hi estan associats. Un exemple recent és l'estudi que correlaciona una adhesió alta a la dieta mediterrània amb un efecte cardioprotector tant en dones perimenopàusiques com en dones menopàusiques, fet que no es detecta en adhesions moderades a la mateixa dieta (Ruiz-Cabello *et al.*, 2017).

La nutrició personalitzada té l'objectiu de dissenyar dietes i/o aliments funcionals adaptats a les característiques

de cada persona i així maximitzar els efectes beneficiosos derivats de l'alimentació. Avui, hi ha cert consens que per desenvolupar recomanacions nutricionals completes i precises cal anar més enllà de l'enfocament nutrigenètic, és a dir, de l'estudi de com la càrrega genètica de les persones fa que aquestes puguin respondre de forma diferent a una determinada intervenció nutricional i tinguin una resposta fenotípica diferent. L'estudi dels polimorfismes d'un sol nucleòtid (SNP, de l'anglès *single nucleotide polymorphism*), variacions d'un únic nucleòtid en la seqüència d'un gen, permet explicar parcialment la resposta diferencial de dues persones a una determinada dieta, en el rendiment esportiu o en la major propensió a desenvolupar una alteració metabòlica. Més enllà de la genètica, als individus ens condicionen factors addicionals a la genètica i avui sabem que són claus per entendre el nostre cos i optimitzar la nostra salut: el patró dietètic, l'estil de vida, l'activitat física, les preferències alimentàries i els paràmetres fisiològics i metabòlics que interaccionen amb l'ambient intern i extern d'una persona (Kraemer *et al.*, 2016; Ordovas *et al.*, 2018). Tots aquests aspectes poden canviar al llarg de la vida i la seva consideració fa evolucionar el concepte de nutrició personalitzada cap al de nutrició de precisió.

La nutrició personalitzada, entesa com un assessorament nutricional individual, és poc accessible a la població general, especialment en sectors socials amb menys poder adquisitiu. Una aproximació més pragmàtica consistiria a poder accedir a un assessorament dietètic compartit, de grup, coneixent a quin grup pertanyem com a individus en cada etapa de la vida. Això, tècnicament, es basa en el concepte de metabotips, definits com a grups d'individus que presenten perfils metabòlics similars, influïts per tots aquells aspectes mencionats abans, des de la genètica fins als ambientals, i que, en conjunt, engloben un gran nombre de processos biològics rellevants (Brennan, 2017; Riedl *et al.*, 2017). La literatura científica ja ha considerat interessant aquesta aproximació per identificar fenotips metabòlics de patologies relacionades amb la dieta. En altres paraules, s'han generat metabotips d'obesitat, de síndrome metabòlica o de prediabetes (Arguelles *et al.*, 2014; Žák *et al.*, 2014) i, malgrat encara és incipient (O'Donovan *et al.*, 2017), constitueixen una nova perspectiva per emetre recomanacions nutricionals més dirigides a sectors poblacionals específics (González-Peña i Brennan, 2019; O'Donovan *et al.*, 2015). Per exemple, O'Sullivan *et al.* (2011), emprant una combinació d'anàlisi metabòlica per <sup>1</sup>H-RMN, van identificar un metabotip concret que, ingerint vitamina D, responia positivament a diferents factors de risc de la síndrome metabòlica caracteritzada per nivells alterats

d'adipocines, resistència a la insulina i proteïna C reactiva. O Piccolo *et al.* (2015), aplicant la metabòlica, van identificar diferents metabotips en la resposta a dietes hipocalòriques a partir de diferents marcadors endocrins, inflamatoris i també d'estil de vida, la qual cosa suggeria que les diferències interindividuales en l'activitat física i la magnitud de pèrdua de pes es correlacionaven amb un perfil metabòlic concret. Morris *et al.* (2013) van identificar quatre metabotips diferencials en la resposta a la tolerància a la glucosa en grups de risc; Vázquez-Fresno *et al.* (2016) descriuen diferents metabotips en subjectes amb risc de desenvolupar patologies cardiovasculars (CVD, de l'anglès *cardiovascular disease*) amb resposta diferencial a una intervenció amb polifenols del vi negre; Wei *et al.* (2018) van trobar cinc metabotips amb respostes diferencials al consum de carotenoides, i finalment Moazzami *et al.* (2014) van identificar metabotips i la disminució a la sensibilitat a la insulina en resposta al consum de pa. Per tot plegat, l'aplicació de la nutrició de precisió dirigida a dones perimenopàusiques i postmenopàusiques cobra sentit i pot emergir com a estratègia per afrontar alteracions que es generen a conseqüència de la menopausa.

Més enllà, la generació de coneixement en àrees més innovadores, com l'estudi dels factors epigenètics com a efectors clau en el procés d'envelliment reproductiu, serà fonamental per a la comprensió de la resposta biològica a l'envelliment i a les intervencions nutricionals o d'altre tipus (Levine *et al.*, 2016). S'han descrit ja en dones postmenopàusiques patrons accelerats d'envelliment epigenètic diferents dels de dones premenopàusiques de la mateixa edat biològica (Levine *et al.*, 2016). En relació amb això, és interessant l'estudi de com els ingredients modulen els patrons epigenètics durant la perimenopausa i la relació amb l'edat i els canvis metabòlics en el perfil hormonal (Bacon *et al.*, 2019) i el metabolisme de molècules d'un carboni, ja que s'ha descrit que fluctua amb l'edat i amb la menopausa (Zeisel, 2009), concretament, hi ha nivells més elevats d'homocisteïna en plasma de dones postmenopàusiques (Hak *et al.*, 2000), o també el fet que l'administració de folat incrementa els nivells de progesterona en dones premenopàusiques i disminueix cicles anovulatoris esporàdics (Gaskins *et al.*, 2012).

**«Als individus ens condicionen factors addicionals a la genètica i avui sabem que són claus per entendre el nostre cos.»**

Finalment, la recerca per conèixer nous biomarcadors aplicables a la nutrició, complementaris als biomarcadors de punt final usats en clínica però amb un enfocament preventiu, ens indica aquell o aquells paràmetres adequats i el moment indicat per implementar una intervenció nutricional determinada com a estratègia per prevenir malalties o revertir-ne l'inici. Aquests biomarcadors poden permetre, per tant, sostenir alegacions de salut basades en aliments, d'acord amb la legislació europea.

## CONCLUSIÓ

En conclusió, l'estudi de les etapes preliminars de la menopausa emergeix com a crític per comprendre el complex envelliment reproductiu femení. La nutrició de precisió es presenta com una estratègia prometedora per modular els factors de risc associats. L'aplicació de tecnologies òmiques, digitals i tradicionals, combinades, ofereix una oportunitat única per abordar aquesta qüestió de manera integral i personalitzada, i obre camí a futures intervencions preventives i terapèutiques.

## BIBLIOGRAFIA

- ABBOUD, M.; PAPANDREOU, D. (2019). «Gut microbiome, probiotics and bone: An updated mini review». *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences* [en línia], 7 (3), p. 478-481. <<https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.047>>.
- ANASTASOVSKA, J. [et al.] (2012). «Fermentable carbohydrate alters hypothalamic neuronal activity and protects against the obesogenic environment». *Obesity* [en línia], 20 (5), p. 1016-1023. <<https://doi.org/10.1038/oby.2012.6>>.
- ARGUELLES, W. [et al.] (2015). «Characterization of metabolic syndrome among diverse Hispanics/Latinos living in the United States: Latent class analysis from the Hispanic Community Health Study/Study of Latinos (HCHS/SOL)». *International Journal of Cardiology* [en línia], 184, p. 373-379. <<https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2015.02.100>>.
- BACON, E. R. [et al.] (2019). «Neuroendocrine aging precedes perimenopause and is regulated by DNA methylation». *Neurobiology of Aging* [en línia], 74, p. 213-224. <<https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2018.09.029>>.
- BAKER, J. M.; AL-NAKASH, L.; HERBST-KRALOVETZ, M. M. (2017). «Estrogen-gut microbiome axis: Physiological and clinical implications». *Maturitas* [en línia], 103, p. 45-53. <<https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2017.06.025>>.
- BRAVO, J. A. [et al.] (2011). «Ingestion of *Lactobacillus* strain regulates emotional behavior and central GABA receptor expression in a mouse via the vagus nerve». *Proceedings of the National Academy of Sciences* [en línia], 108 (38), p. 16050-16055. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1102999108>>.
- BRENNAN, L. (2017). «Use of metabotyping for optimal nutrition». *Current Opinion in Biotechnology* [en línia], 44, p. 35-38. <<https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.10.008>>.
- BRINTON, R. D. [et al.] (2015). «Perimenopause as a neurological transition state». *Nature Reviews Endocrinology* [en línia], 11, p. 393-405. <<https://doi.org/10.1038/nrendo.2015.82>>.
- BRITTON, R. A. [et al.] (2014). «Probiotic *L. reuteri* treatment prevents bone loss in a menopausal ovariectomized mouse model». *Journal of Cellular Physiology* [en línia], 229 (11), p. 1822-1830. <<https://doi.org/10.1002/jcp.24636>>.
- BRUCE-KELLER, A. J. [et al.] (2014). «Obese-type gut microbiota induce neurobehavioral changes in the absence of obesity». *Biological Psychiatry* [en línia], 77 (7), p. 607-615. <<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2014.07.012>>.
- CARABOTTI, M. [et al.] (2015). «The gut-brain axis: Interactions between enteric microbiota, central and enteric nervous systems». *Annals of Gastroenterology*, 28 (2), p. 203-209. PMID: PMC4367209.
- CHALVON-DEMERSAY, T. [et al.] (2017). «Animal models for the study of the relationships between diet and obesity: A focus on dietary protein and estrogen deficiency». *Frontiers in Nutrition* [en línia], 4, p. 1-13. <<https://doi.org/10.3389/fnut.2017.00005>>.
- GASKINS, A. J. [et al.] (2012). «The impact of dietary folate intake on reproductive function in premenopausal women: A prospective cohort study». *PLoS One* [en línia], 7 (9), article e46276. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046276>>.
- GIBNEY, M.; WALSH, M.; GOOSENS, J. (2016). «Chapter 5.1. Personalized nutrition: paving the way to better population health». A: KRAEMER, K. [et al.] (ed.). *Good nutrition: Perspectives for the 21st century*, p. 235-248. També disponible en línia a: <<https://doi.org/10.1159/000452389>>.
- GONZÁLEZ-PEÑA, D.; BRENNAN, L. (2019). «Recent advances in the application of metabolomics for nutrition and Health». *Annual Reviews of Food Science and Technology* [en línia], 10, p. 479-519. <<https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121715>>.
- GORDON, J. L. [et al.] (2019). «Estradiol fluctuation, sensitivity to stress, and depressive symptoms in the menopause transition: A pilot study». *Frontiers in Psychology* [en línia], 10. <<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01319>>.
- HAK, A. E. [et al.] (2000). «Increased plasma homocysteine after menopause». *Atherosclerosis* [en línia], 149 (1), p. 163-168. <[https://doi.org/10.1016/S0021-9150\(99\)00321-4](https://doi.org/10.1016/S0021-9150(99)00321-4)>.
- HALE, G. E.; ROBERTSON, D. M.; BURGER, H. G. (2014). «The perimenopausal woman: Endocrinology and management». *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* [en línia], 142, p. 121-131. <<https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2013.08.015>>.
- HAN, J. H. [et al.] (2010). «Modulation of human  $\beta$ -defensin-2 expression by 17 $\beta$ -estradiol and progesterone in vaginal epithelial cells». *Cytokine* [en línia], 49 (2), p. 209-214. <<https://doi.org/10.1016/j.cyto.2009.09.005>>.
- HARLOW, S. D. [et al.] (2012). «Executive summary of the stages of reproductive aging workshop + 10: Addressing the unfinished agenda of staging reproductive aging». *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* [en línia], 97 (4), p. 1159-1168. <<https://doi.org/10.1210/jc.2011-3362>>.
- HUME, M.; NICOLUCCI, A.; REIMER, R. (2015). «Prebiotic fiber consumption decreases energy intake in overweight and obese children». *The FASEB Journal* [en línia], 29 (S1). <[https://doi.org/10.1096/fasebj.29.1\\_supplement.597.3](https://doi.org/10.1096/fasebj.29.1_supplement.597.3)>.
- JAFARNEJAD, S. [et al.] (2017). «Effects of a multispecies probiotic supplement on bone health in osteopenic postmenopausal women: A randomized, double-blind, controlled trial». *Journal of the American College of Nutrition* [en línia], 36 (7), p. 497-506. <<https://doi.org/10.1080/07315724.2017.1318724>>.
- KERMATH, B. A.; GORE, A. C. (2012). «Neuroendocrine control of the transition to reproductive senescence: Lessons learned from the female rodent model». *Neuroendocrinology* [en línia], 96 (1), p. 1-12. <<https://doi.org/10.1159/000335994>>.
- KOEBELE, S. V.; BIMONTE-NELSON, H. A. (2016). «Modeling menopause: The utility of rodents in translational behavioral endocrinology research». *Maturitas* [en línia], 87, p. 5-17. <<https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2016.01.015>>.
- LEVINE, M. E. [et al.] (2016). «Menopause accelerates biological aging». *Proceedings of the National Academy of Sciences* [en línia], 113 (33), p. 9327-9332. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1604558113>>.
- LUNA, R. A.; FOSTER, J. A. (2015). «Gut brain axis: Diet microbiota interactions and implications for modulation of anxiety and depression». *Current Opinion in Biotechnology* [en línia], 32, p. 35-41. <<https://doi.org/10.1016/j.copbio.2014.10.007>>.
- LUO, G.; LIU, H.; LU, H. (2016). «Glucagon-like peptide-1 (GLP-1) receptor agonists: Potential to reduce fracture risk in diabetic patients?». *British Journal of Clinical Pharmacology* [en línia], 81 (1), p. 78-88. <<https://doi.org/10.1111/bcp.12777>>.

- MAKI, P. M. [et al.] (2019). «Guidelines for the evaluation and treatment of perimenopausal depression: Summary and recommendations». *Journal of Women's Health* [en línia], 28 (2), p. 117-134. <<https://doi.org/10.1089/jwh.2018.27099.mensocrec>>.
- MAYER, E. A.; TILLISCH, K.; GUPTA, A. (2015). «Gut/brain axis and the microbiota». *The Journal of Clinical Investigation* [en línia], 125 (3), p. 926-938. <<https://doi.org/10.1172/JCI7630>>.
- MOAZZAMI, A. A. [et al.] (2014). «Metabolomics reveals differences in postprandial responses to breads and fasting metabolic characteristics associated with postprandial insulin demand in postmenopausal women». *The Journal of Nutrition* [en línia], 144 (6), p. 807-814. <<https://doi.org/10.3945/jn.113.188912>>.
- MORRIS, C. [et al.] (2013). «Identification of differential responses to an oral glucose tolerance test in healthy adults». *PLoS One* [en línia], 8 (8), article e72890. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072890>>.
- O'DONOVAN, C. B. [et al.] (2015). «Use of metabolotyping for the delivery of personalised nutrition». *Molecular Nutrition Food Research* [en línia], 59 (3), p. 377-385. <<https://doi.org/10.1002/mnfr.201400591>>.
- O'DONOVAN, C. B. [et al.] (2017). «Metabotyping for the development of tailored dietary advice solutions in a European population: The Food4Me study». *British Journal of Nutrition* [en línia], 118 (8), p. 561-569. <<https://doi.org/10.1017/s0007114517002069>>.
- ORDOVAS, J. M. [et al.] (2018). «Personalised nutrition and health». *The British Medical Journal* [en línia], 361, article bmj.k2173. <<https://doi.org/10.1136/bmj.k2173>>.
- O'SULLIVAN, A. [et al.] (2011). «Biochemical and metabolomic phenotyping in the identification of a vitamin D responsive metabolotype for markers of the metabolic syndrome». *Molecular Nutrition Food Research* [en línia], 55 (5), p. 679-690. <<https://doi.org/10.1002/mnfr.201000458>>.
- PARVANEH, K. [et al.] (2015). «Probiotics (*Bifidobacterium longum*) increase bone mass density and upregulate *Sparc* and *Bmp-2* genes in rats with bone loss resulting from ovariectomy». *BioMed Research International* [en línia], 2015, article 897639. <<https://doi.org/10.1155/2015/897639>>.
- PICCOLO, B. D. [et al.] (2015). «Habitual physical activity and plasma metabolomic patterns distinguish individuals with low vs. high weight loss during controlled energy restriction». *The Journal of Nutrition* [en línia], 145 (4), p. 681-690. <<https://doi.org/10.3945/jn.114.201574>>.
- RAHMAN, M. M. [et al.] (2003). «Two histone deacetylase inhibitors, trichostatin A and sodium butyrate, suppress differentiation into osteoclasts but not into macrophages». *Blood* [en línia], 101 (9), p. 3451-3459. <<https://doi.org/10.1182/blood-2002-08-2622>>.
- RHEE, S. H.; POTHOUKAKIS, C.; MAYER, E. A. (2009). «Principles and clinical implications of the brain-gut-enteric microbiota axis». *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology* [en línia], 6 (5), p. 306-314. <<https://doi.org/10.1038/nrgastro.2009.35>>.
- RIEDL, A. [et al.] (2017). «Metabotyping and its application in targeted nutrition: an overview». *British Journal of Nutrition* [en línia], 117 (12), p. 1631-1644. <<https://doi.org/10.1017/s0007114517001611>>.
- RUIZ-CABELLO, P. [et al.] (2017). «Influence of the degree of adherence to the Mediterranean diet on the cardiometabolic risk in peri and menopausal women. The Flamenco project». *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases* [en línia], 27 (3), p. 217-224. <<https://doi.org/10.1016/j.numecd.2016.10.008>>.
- SANTORO, N. [et al.] (2007). «Helping midlife women predict the onset of the final menses: SWAN, the Study of Women's Health Across the Nation». *Menopause* [en línia], 14 (3), p. 415-424. <<https://doi.org/10.1097/gme.0b013e31802cc289>>.
- SANTOS-MARCOS, J. A. [et al.] (2018). «Influence of gender and menopausal status on gut microbiota». *Maturitas* [en línia], 116, p. 43-53. <<https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.07.008>>.
- SCHOLZ-AHRENS, K. E. [et al.] (2016). «Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on mineral metabolism in ovariectomized rats - impact of bacterial mass, intestinal absorptive area and reduction of bone turn-over». *NFS Journal* [en línia], 3, p. 41-50. <<https://doi.org/10.1016/j.nfs.2016.03.001>>.
- SHAPIRA, N. (2013). «Women's higher health risks in the obesogenic environment: A gender nutrition approach to metabolic dimorphism with predictive, preventive, and personalised medicine». *EPMA Journal* [en línia], 4, article 1. <<https://doi.org/10.1186/1878-5085-4-1>>.
- TANG, W. H. W.; KITAI, T.; HAZEN, S. L. (2017). «Gut microbiota in cardiovascular health and disease». *Circulation Research* [en línia], 120 (7), p. 1183-1196. <<https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.117.309715>>.
- VÁZQUEZ-FRESNO, R. [et al.] (2016). «Clinical phenotype clustering in cardiovascular risk patients for the identification of responsive metabolotypes after red wine polyphenol intake». *The Journal of Nutritional Biochemistry* [en línia], 28, p. 114-120. <<https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2015.10.002>>.
- VILLA, P. [et al.] (2017). «The impact of combined nutraceutical supplementation on quality of life and metabolic changes during the menopausal transition: A pilot randomized trial». *Archives of Gynecology and Obstetrics* [en línia], 296 (4), p. 791-801. <<https://doi.org/10.1007/s00404-017-4491-9>>.
- WEI, R. [et al.] (2018). «Metabotypes related to meat and vegetable intake reflect microbial, lipid and amino acid metabolism in healthy people». *Molecular Nutrition Food Research* [en línia], 62 (21), article 1800583. <<https://doi.org/10.1002/mnfr.201800583>>.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) (1996). Research on the menopause in the 1990s: Report of a WHO Scientific Group. Ginebra: WHO. (WHO Technical Report Series; 866). També disponible en línia a: <<https://iris.who.int/handle/10665/41841>> [Consulta: 28 abril 2024].
- ŽÁK, A. [et al.] (2014). «Fatty acid composition indicates two types of metabolic syndrome independent of clinical and laboratory parameters». *Physiological Research* [en línia], 63 (Suppl 3), p. S375-S385. <<https://doi.org/10.33549/physiolres.932868>>.
- ZEISEL, S. H. (2009). «Importance of methyl donors during reproduction». *The American Journal of Clinical Nutrition* [en línia], 89 (2), p. 673S-677S. <<https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.26811D>>.
- ŽITŇANOVÁ, I. [et al.] (2011). «Oxidative stress in women with perimenopausal symptoms». *Menopause* [en línia], 18 (11), p. 1249-1255. <<https://doi.org/10.1097/gme.0b013e318224fa3d>>.

# Cobertura dels micronutrients amb major risc de ser deficitaris en la població més gran de seixanta-cinc anys, beneficiària del Banc dels Aliments de Barcelona

## *Coverage of micronutrients with the highest risk of deficit in people aged over 65 years served by the Barcelona Food Bank*

### STEPHANY GISSEL AGUIRRE FREIRE

Enginyera en agroindústria alimentària per l'Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, d'Hondures. Màster en Nutrició i Metabolisme per la Universitat Rovira i Virgili (URV) i la Universitat de Barcelona (UB).

### MONTSERRAT RIVERO I URGELL

Doctora en farmàcia amb estudis superiors en nutrició humana i dietètica (Universitat de Nancy, de França). Presidenta de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (ACCA-IEC). Directora del Centre d'Estudis dels Bancs d'Aliments Catalans.

### MONTSERRAT BANQUÉ I MOLAS

Llicenciada en medicina. Màster en Nutrició per la UB amb el diploma universitari de nutrició humana i dietètica i de dietètica terapèutica (Universitat de Nancy, de França) i el diploma interuniversitari de nutrició artificial (Universitat René Descartes de París i Universitat Claude Bernard de Lió).

**RESUM:** *Antecedents.* El Banc dels Aliments (BdA) de Barcelona fa donacions d'aliments a la població adulta de més de seixanta-cinc anys mitjançant les entitats beneficiàries i de manera periòdica. Es desconeix quin és l'aportació de micronutrients (calci, vitamina D, ferro, àcid fòlic i vitamina B<sub>12</sub>), necessaris per a la prevenció de malalties, disponible en aquests aliments.

*Objectius.* Revisar i quantificar els micronutrients més importants per als adults de més de seixanta-cinc anys (calci, vitamina D, ferro, àcid fòlic i vitamina B<sub>12</sub>) presents a les aportacions, valorar en quin percentatge compleixen les recomanacions de nutrients establertes pels organismes sanitaris i aportar recomanacions per millorar les donacions.

**ABSTRACT:** *Background.* The Barcelona Food Bank (BFB) donates foods for people over 65 years of age through beneficiary organizations. It was not previously known which micronutrients (calcium, vitamin D, iron, folic acid and vitamin B<sub>12</sub>), all necessary for disease prevention, are present in these foods.

*Objectives.* To review and quantify the most important micronutrients for older adults (calcium, vitamin D, iron, folic acid and vitamin B<sub>12</sub>) which are contained in BFB donations; to assess compliance (in %) with the nutrient recommendations set by health organizations; and to provide recommendations for improving the respective donations.

**Mètodes.** Es van analitzar les aportacions del Programa Operatiu d’Ajuda Alimentària del Fons d’Ajuda Europeu per a les Persones més Desfavorides (FEAD) i del Programa de Fruïtes i Hortalisses de Retirada de Mercat (SERMA). Es van quantificar els micronutrients triats (d’acord amb les recomanacions de l’Agència Espanyola de Seguretat Alimentària i Nutrició, AESAN). Es van comparar les troballes obtingudes amb les necessitats fisiològiques que determinen els organismes sanitaris (concretament, la Universitat Complutense de Madrid, UCM, i les DRI, de l’anglès *dietary reference intakes*).

**Resultats.** Es van trobar nivells baixos de calci i vitamina D a les aportacions realitzades tant en dones com en homes. Tenint en compte els aliments entregats, la llet, la conserva de sardina i els llegums cuinats són els que brinden una aportació més gran d’aquests nutrients. Es va trobar que el valor de ferro aportat és cobert al 99,12%, segons les ingestes dietètiques de referència. Els aliments amb més aportació de ferro són la pasta, la conserva de sardina, els llegums crus i cuinats. Es va trobar que l’àcid fòlic és deficient en les aportacions, però el valor de vitamina B<sub>12</sub> sí que és cobert i sobrepassa el límit requerit al dia. De les aportacions fetes pel BdA, es va trobar que la llet i la sardina en conserva aporten el 254,16% del valor diari requerit de vitamina B<sub>12</sub>, mentre que la pasta, els llegums secs, els llegums cuits, les fruites i les hortalisses generen la major aportació d’àcid fòlic.

**Conclusió.** S’evidencia que l’aportació del BdA compleix el 24,2% de les DRI per a la vitamina B<sub>12</sub> i el ferro. El calci, la vitamina D i l’àcid fòlic presenten percentatges molt per sota del 24,2%. Cal assegurar una bona entrega d’aliments font de calci, de vitamina D (com els lactis) i de ferro (com carns, peixos i llegums cuits) i incrementar el consum de fruites i vegetals a la dieta.

**PARAULES CLAU:** malbaratament alimentari, bancs d’aliments, inseguretat alimentària, micronutrients.

**Methods.** *The contributions of the Food Aid Operational Programme of the Fund for European Aid to the Most Deprived (FEAD) and the Market Withdrawal of Fruit and Vegetables Programme (SERMA) were analyzed, and the micronutrients which were chosen (according to the recommendations of the Spanish Agency for Food Security and Nutrition, AESAN) were quantified. The findings obtained were compared with the physiological needs determined by the pertinent health bodies (specifically, the Complutense University of Madrid [UCM] and the DRIs, or dietary reference intakes).*

**Results.** *For both men and women, low levels of calcium and vitamin D were found in the contributions. Among the foods in question, milk, canned sardines and cooked pulses provide the highest inputs. It was found that the iron supplied covers 99.12% of the DRI. The foods with the highest iron input were pasta, canned sardines, and raw and cooked pulses. Folic acid was found to be deficient in the inputs but the recommended value of vitamin B<sub>12</sub> is covered and even exceeds the daily requirement. It was found that milk and canned sardines provide 254.16% of the required daily value of vitamin B<sub>12</sub>, while pasta, dried pulses, cooked pulses, fruits and vegetables provide the highest input of folic acid.*

**Conclusion.** *The BFA input clearly covers 24.2% of DRI for vitamin B<sub>12</sub> and iron. Calcium, vitamin D and folic acid show percentages far below 24.2%. A good supply of foods providing calcium, vitamin D (in dairy products) and iron (in meat, fish and cooked pulses) should be ensured, and the consumption of fruit and vegetables in the diet should be increased.*

**KEYWORDS:** *food waste, food banks, food insecurity, micronutrients.*

## INTRODUCCIÓ

Les desigualtats alimentàries perviuen en la nostra societat i lluny de minvar, creixen. En l’Agenda 2030, l’erradicació de la fam és el segon objectiu de desenvolupament sostenible (ODS) i totes les nacions signants dels acords de l’Assemblea General de l’Organització de les Nacions Unides (ONU) han de treballar-hi i augmentar els seus esforços en aquesta direcció. Les entitats sense ànim de lucre, com els bancs d’aliments i els moviments

veïnals, són un gran pilar en la lluita contra la inseguretat alimentària des de fa temps, però actualment hi ha factors que poden incrementar la complexitat d’aquesta tasca.

Tendim a pensar que la inseguretat alimentària és una cosa que no afecta la nostra societat, però això es fals. En un estudi elaborat per la Universitat de Barcelona i la Fundació Daniel y Nina Carasso es destaca que la situació d’inseguretat alimentària en el nostre medi és un problema estructural que s’ha agreujat degut a la pandèmia



de la covid. S'ha evidenciat que un 13,3% de les llars espanyoles no poden accedir de forma regular a la qualitat ni quantitat d'aliments suficients que n'assegurin el creixement i el desenvolupament normal, és a dir, experimenten inseguretats alimentària, cosa que afecta gairebé 6.235.900 persones en tot el país. (Moragues-Faus i Magaña-González, 2022).

Hem de ser conscients que la societat catalana té una taxa de risc de pobresa o exclusió social (taxa AROPE, de l'anglès *at risk of poverty and/or exclusion*) que no aconsegueix baixar. En el millor moment abans de la pandèmia va arribar al 23,6 (any 2019), però degut a la covid es va disparar a 26,7 i, malgrat ha anat disminuint, actualment encara és del 24,4 (segons dades de l'Institut d'Estadística de Catalunya —Idescat— de l'any 2023).

D'altra banda, és coneguda l'alta incidència de malbaratament alimentari al món, de manera que la lluita contra el malbaratament ha sigut considerada d'interès mundial, tant per pèrdua de recursos com per alteració del clima, i està dins els ODS de l'Agenda 2030, concretament, en l'objectiu específic 12.3. El malbaratament d'aliments continua perjudicant l'economia mundial i exacerbant el canvi climàtic, la pèrdua de naturalesa i la contaminació.

La situació a dia d'avui empitjora. En l'últim estudi del Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient (PNUMA), s'evidencia que durant l'any 2022, les llars de tots els continents (d'on prové la major part del malbaratament) van desaprofitar l'equivalent a més de 1.000 milions de menjars cada dia. De mitjana, cada persona desaprofitava 79 kg de menjar a l'any, mentre 783 milions de persones patien gana i un terç de la humanitat passava per una situació d'inseguretats alimentària. També s'evidencia que el malbaratament d'aliments no és només un problema dels països rics. Reduir el malbaratament d'aliments aporta beneficis addicionals. La pèrdua i el malbaratament d'aliments generen entre el 8 i el 10% de les emissions mundials de gasos d'efecte hivernacle (GEH), cosa que representa gairebé cinc vegades les emissions totals del sector de l'aviació (United Nations Environment Programme, 2024).

A Catalunya es va publicar el 2020 una llei pionera en aquest camp, la Llei 3/2020, de l'11 de març, de prevenció de les pèrdues i el malbaratament alimentaris, i s'han fet accions de sensibilització de la societat. A Espanya s'ha presentat una proposta de llei similar, però encara estem molt lluny de veure'n resultats.

Finalment, a Espanya i Catalunya es presenta un canvi de sistema en les aportacions que arribaven d'Europa (UE) per a l'adquisició d'aliments, els fons europeus

FEAD. Això és perquè s'ha decidit potenciar la Targeta Moneder, una targeta que permet comprar en establiments habituals i que fa que cada persona pugui ser protagonista de les seves decisions d'adquisició d'aliments; és un sistema menys estigmatitzant. El problema és que es preveu donar aquestes targetes només a famílies que tinguin nens al seu càrrec i això, segons el BdA de Barcelona, deixa fora del circuit bona part del beneficiaris actuals. Es calcula que pot afectar 200.000 persones a Catalunya, per a les quals s'han de trobar solucions (notícia del 21/11/2023 sobre el Foro Barcelona Tribuna, organitzat per Amics del País, l'Asociación Española de Directivos y La Vanguardia, a la seu de CaixaForum Macaya). A tot Espanya, la Federació Espanyola de Bancs d'Aliments (FESBAL) alerta que «el nuevo sistema dejará desprotegidas a más de 350.000 familias que no cumplen con los criterios que determina la ley» (*LIBRE MERCADO*, Marta Arce, 23/1/2024).

Per tot això és important publicar aquest estudi que valora la situació actual i pot ajudar a perfilar les noves polítiques socials per assegurar els nutrients, i no només els aliments, necessaris a les poblacions de risc.

## 1. Recordatori històric

Els bancs d'aliments sorgeixen en la dècada de 1960 a la ciutat de Phoenix, Arizona, als Estats Units, amb la idea de derivar els excedents de la indústria alimentària cap a les persones en risc per la inseguretats alimentària. Es va iniciar així una xarxa nacional i internacional de bancs d'aliments a escala mundial (Basilico i Figueroa, 2020). La iniciativa va aterrar a la Unió Europea (UE) el 1984, la primera conformació va ser el banc d'aliments de París i va continuar amb l'extensió a diferents països fins al 1988, any en què va néixer la Federació Europea de Bancs d'Aliments (FEBA) (Tapia i López, 2020). El primer banc d'aliments a Espanya es va fundar el 1987 a la ciutat de Barcelona dirigit per Jordi Peix Massip, seguit pel de Girona el 1988 (Sumelzo, 2022).

En els darrers cinc anys (2018-2022), el BdA ha distribuït 98.709 tones d'aliments obtinguts per mitjà de donacions rebudes del sector públic, empreses privades, UE, recollecció de fons i aliments en les diferents campanyes. El BdA manté sis programes de recuperació d'aliments i coordina els seus propis canals de distribució amb l'ajuda en xarxa d'entitats receptores que s'encarreguen de fer el lliurament final als beneficiaris (vegeu [https://www.bancdelsaliments.org/ca/distribucio\\_aliments\\_landing](https://www.bancdelsaliments.org/ca/distribucio_aliments_landing)).

El BdA ja havia anat calculant les aportacions de macronutrients (glúcids, lípids i proteïnes) que dona als beneficiaris des del 1995 fins al 2022. La quantitat d'aliments donada representen una cobertura del 24,2% de les necessitats de nutrients anuals totals de l'alimentació de les persones ateses segons la memòria de l'any 2022 (BdA, 2023).

En aquest estudi es quantificarà l'aportació dels micronutrients de més importància presents en aquestes aportacions realitzades pel BdA. Per estudiar específicament alguns micronutrients ens calia determinar un grup concret de població, ja que les necessitats varien. S'estudia el grup poblacional dels majors de seixanta-cinc anys perquè és vulnerable als dèficits nutricionals produïts per diverses causes. Es generen canvis fisiològics producte d'acumulació de danys moleculars i cel·lulars, que produeixen un deteriorament generalitzat i redueixen la massa muscular, amb aparició d'afeccions a l'aparell digestiu. Els processos digestius esdevenen més lents per una disminuïda secreció de suc gàstric que minva l'absorció de determinades vitamines i oligoelements. També es veu afectat el conjunt dels processos de masticació i deglució, iniciats per problemes bucodentals que tenen una relació directa amb la disminució de la capacitat d'ingesta. El consum de fàrmacs pot generar una interacció de nutrient/fàrmac que redueix els micronutrients disponibles, tenint en compte que alguns adults grans tenen una polimediació per diferents afeccions de salut (Gil Hernández, 2010).

Els factors socioeconòmics, com la jubilació, poden reduir els ingressos econòmics i disminuir el poder adquisitiu per adquirir aliments, alguns adults grans poden estar en la pobresa. La viduïtat, la soledat, la manca d'habilitat culinària en els homes i la pèrdua de capacitat física genera el perill d'incórrer en deficiències nutricionals. A Barcelona, actualment, el 21,6% de la població de la ciutat té més de seixanta-cinc anys i una esperança de vida en néixer de 83,8 anys i va en augment, també tres de cada deu persones de més de setanta-cinc anys viuen soles (vegeu <https://ajuntament.barcelona.cat/persones-grans/ca/canal/la-gent-gran-de-barcelona>).

## CAMPANYES DEL BDA

El BdA depèn dels seus «proveïdors» (les empreses i altres entitats donants) i dels seus «clients» (entitats receptoras que lliuren els aliments a les persones beneficiàries). Entre les empreses que assisteixen amb les seves aportacions n'hi ha de la indústria dels aliments, de la indústria del transport, de la indústria de la construcció, també hi ha comerciants, entitats financeres, entitats públiques i diverses organitzacions nacionals i internacionals (Coque,

González-Torre i García Rodríguez, 2015). El BdA, com a organització associada de distribució, reparteix els aliments provinents dels programes FEAD i SERMA. És receptor del FoodBack, el centre d'aprofitament alimentari de Mercabarna, rep donacions dels supermercats i hipermercats de Catalunya, manté el programa d'aprofitament d'aliments i de recaptació de donacions, com el Gran Recapte i altres campanyes que realitza per recaptar fons (vegeu <https://www.bancdelsaliments.org/ca/programes>). A causa de les diferents fonts d'ingrés dels aliments al BdA es desglossen els programes a continuació.

### 1. Programa d'ajuda de la Unió Europea (FEAD)

Els fons FEAD donen suport a les accions dels països de la UE per proporcionar aliments i/o assistència material bàsica als més necessitats. L'ajuda es canalitza mitjançant el Fons Espanyol de Garantia Agrària (FEGA), organisme autònom del Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació (Pelayo Laso, 2021). El FEGA va seleccionar la FESBAL i la Creu Roja per a la distribució dels aliments provinents del programa. El propòsit d'aquest programa de la UE és promoure la cohesió social, reforçar la inclusió social i reduir el nombre de persones en risc de pobresa i exclusió.

### 2. Aprofitament d'aliments

El BdA manté programes de recaptació d'excedents per evitar el malbaratament, rep donacions de FESBAL, fa campanyes pròpies de recaptació d'aliments, com el Gran Recapte, i també en col·laboració amb empreses no alimentàries. A més, el BdA compra alguns aliments específics amb la finalitat de complementar els buits quan es produeix escassetat. És indispensable que el BdA arribi al compliment dels programes oferts a cada entitat receptora.

El BdA compta amb sis diferents programes d'aprofitament d'aliments, detallats a continuació.

#### 2.1. Programa de fruites i hortalisses de retirada de mercat (SERMA)

La UE subvenciona i retira del mercat, per mitjà de les organitzacions de productors de fruites i hortalisses

«El BdA, com a organització associada de distribució, reparteix els aliments provinents dels programes FEAD i SERMA.»

(OPFH), fruites i hortalisses que es destinen a l'ajuda humanitària amb la distribució gratuïta a través d'organitzacions solidàries. Aquesta intervenció permet la retirada del mercat de grans volums de productes hortofrutícoles que es posen a disposició d'entitats com els bancs d'aliments d'Europa.

## 2.2. Transformació de fruita en suc: fruita líquida

En conjunt amb el sector agrari, es deriven els excedents retirats de fruita de Catalunya provinent de les OPFH per transformar-los i obtenir-ne suc. Aquesta acció permet allargar la vida útil de la fruita, ja que el suc es pot administrar en un període de temps més llarg, i millorar-ne la distribució.

## 2.3. Recuperació i aprofitament d'aliments procedents de la indústria alimentària

A la cadena productiva de la indústria alimentària es rebutgen aliments per diferents defectes, incompliments, sobreproducció, proximitat a la data de consum preferent o de caducitat, danys de l'empaquetatge, etc., que comporten la retirada dels aliments. Es busca l'aprofitament d'aquests productes sempre que siguin aptes per al consum humà.

## 2.4. Recuperació de minves als supermercats

El projecte de recollida de minves d'aliments a supermercats i hipermercats de Catalunya permet la recuperació d'excedents alimentaris consumibles que per diferents circumstàncies ja no són comercialitzables, la qual cosa ajuda també a reduir l'impacte ambiental.

## 2.5. Foodback, centre d'aprofitament alimentari de Mercabarna

Es seleccionen fruites i verdures en centres especialitzats per a la distribució, on es gestionen els excedents dels mercats majoristes d'Espanya seleccionant la matèria orgànica vegetal, amb l'objectiu principal de donar una segona vida a les fruites i les hortalisses (vegeu [https://www.mercabarna.es/sostenibilitat/es\\_foodback](https://www.mercabarna.es/sostenibilitat/es_foodback)).

## 2.6. Recollida d'aliments cuinats, però no servits, de la restauració, fires i esdeveniments

El BdA organitza la recuperació i l'aprofitament d'aliments cuinats, però no servits, de la restauració mitjançant un protocol, aprovat per les autoritats sanitàries, per a la recuperació dels excedents que es produeixen.

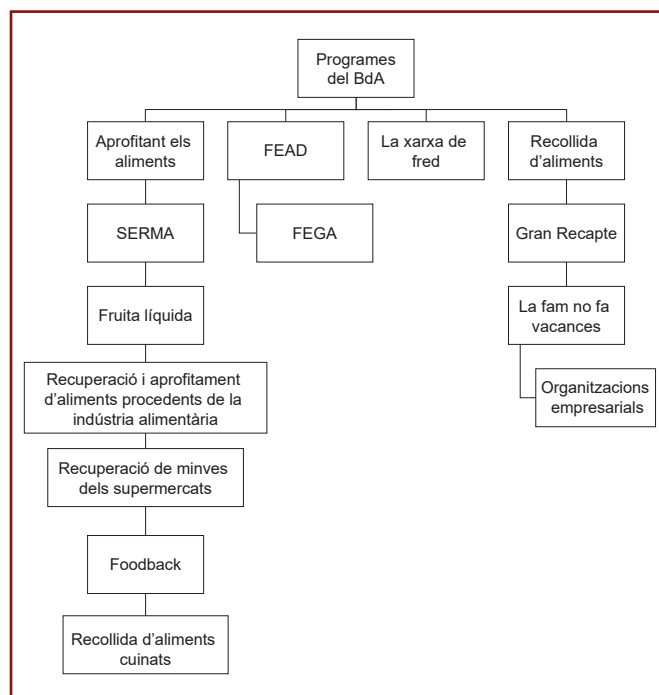


Figura 1. Programes i campanyes del BdA.  
Font: Elaboració pròpia a partir de dades del BdA.

## 3. Entitats beneficiàries del BdA

El BdA té un programa d'admissió per a les entitats receptors, en el qual se'ls fa una anàlisi prèvia i se'ls dona una qualificació per considerar si tenen un perfil que compleixi amb els objectius del BdA. És important esmentar que l'entitat ha de tenir disponibilitat d'una àrea física especialitzada, on es compleixin paràmetres higiènics d'emmagatzematge i repartiment dels aliments, perquè pugui ser acceptada en els diferents programes disponibles (vegeu <https://www.rezero.cat>). Aquests programes no els imposa el BdA, cada entitat pot accedir lliurement al programa que sigui del seu interès. Les racions alimentàries es lliuren d'acord amb quantitats mensuals establertes a la cistella bàsica teòrica desenvolupada pel BdA (vegeu <https://www.bancdelsaliments.org/ca/com-rebre-aliments>).

## ÀMBIT DE L'ESTUDI

### 1. Hipòtesis

L'aportació alimentària del BdA cobreix també un 24,2% dels micronutrients amb risc de ser deficitaris per a una persona adulta major de seixanta-cinc anys.

## 2. Objectius

1. Revisar i quantificar els micronutrients més importants per als adults majors de seixanta-cinc anys (calci, vitamina D, ferro, vitamina B<sub>12</sub> i àcid fòlic) presents a les aportacions del BdA.
2. Valorar en quin percentatge compleixen les recomanacions de nutrients establertes pels organismes sanitaris.
3. Aportar recomanacions per millorar les donacions del BdA.

## 3. Materials i mètodes

S'analitza l'aportació que fa el BdA als beneficiaris de més de seixanta-cinc anys que reben aliments del programa FEAD (mitjançant el lliurament d'aliments bàsics de gamma seca) i del programa SERMA (mitjançant el lliurament de fruites i hortalisses). Es quantifiquen els micronutrients de més influència per a la prevenció de malalties en persones adultes majors de seixanta-cinc anys: calci, ferro, vitamina D, àcid fòlic i vitamina B<sub>12</sub>. Es comparen les troballes obtingudes amb les necessitats fisiològiques que determinen els organismes sanitaris (Oria, Harrison i Stalling, 2019).

### 3.1. Programes del BdA que es tindran en compte per al desenvolupament de l'estudi

El BdA, mitjançant la cistella bàsica teòrica de referència que va elaborar per establir les porcions d'aliment que lliura a cada beneficiari i les recomanacions higièniques les entitats a què aporta aliments (ACSA, 2019), informa les entitats de les quantitats de cada aliment que han de lliurar als beneficiaris.

S'estudiaran dos programes que el BdA ofereix a les entitats receptors:

1. **Programa de fruites i hortalisses de retirada de mercat (SERMA):** inclou fruites i verdures del programa FEAD.
2. **Programa d'aliments SECS:** aquest programa inclou aliments secs com ara grans, farines, enllaunats, aliments en envàs UHT i verdures i vegetals.

És important esmentar que el volum dels aliments no és constant i varia segons la temporada de producció d'un

«El BdA informa les entitats de les quantitats de cada aliment que han de lliurar als beneficiaris.»

aliment, factors de disponibilitat de productes, escassetat d'un aliment, etc.

### 3.2. Beneficiaris del BdA majors de seixanta-cinc anys

El BdA, el primer quadrimestre del 2023, va presentar les dades següents:

- Es van atendre 330 entitats amb 131.115 beneficiaris, de les quals 163 són receptors del programa FEAD.
- Els beneficiaris del programa FEAD han de registrar les seves dades com a requisit per poder accedir als donatius a les entitats receptors.
- Com que el BdA no té un retorn sobre l'edat dels beneficiaris per part de totes les entitats que gestiona, es comptabilitzaran les dades disponibles d'aquest programa específic, que sí que n'informa.
- A la primera fase del programa FEAD 2023 es van atendre 63.749 beneficiaris, dels quals 5.341 són persones adultes majors de seixanta-cinc anys.
- El nombre de dones de més de seixanta-cinc anys ateses és de 3.300, representa un 5,22 % del total de persones ateses.
- El nombre d'homes de més de seixanta-cinc atesos és de 2.011, representa un 3,15 % del total de persones ateses.

### 3.3. Aliments per grups que va rebre el BdA el 2022

Segons la memòria de valoració del 2022 emesa pel BdA, es van repartir 20.953 tones d'aliments: 3.593 van ser donades per la Unió Europea; 10.650 es van rescatar del malbaratament alimentari, i 6.710 van ser donacions i compres (BdA, 2023). El BdA realitza una categorització d'aliments per macrofamílies detallades de la manera següent:

Taula 1. Tones d'aliments rebudes l'any 2022 classificades per macrofamílies

Macrofamília	Ingressos en tones l'any 2022
Lactis i derivats	4.818
Farines i derivats	661
Arròs + pasta + sucre + llegums	2.184
Conserves i plats preparats	2.234
Olis i greixos	729
Carn + peix + embotits	778
Begudes + infusions	526
Congelats	4.796
Complements dietètics	7
Aliments varis	4.230
Total	20.963

Font: Elaboració pròpia amb dades del BdA.

Taula 2. Cistella bàsica teòrica del BdA. Detall dels aliments separats per grups d'acord amb el funcionament del BdA i els grams que corresponen a cada persona per mes, tenint en compte una dieta de persona adulta.

Grups d'aliments	Grams per persona/mes
<b>Aliments rics en carbohidrats</b>	
Pasta	1.280
Arròs	960
Patates	3.200
Llegum cru	960
Cereals d'esmorzar	420
Galetes (tipus Maria)	240
Farina blanca de blat	2.800
Farina	240
<b>Lactis</b>	
Llet semidescremada	5.600
logurt	3.500
Formatge	640
<b>Verdures i hortalisses (crues i cuites)</b>	
Verdures i hortalisses vàries	9.600
Tomàquet fregit	240
<b>Fruites</b>	
Fruita variada	12.600
<b>Aliments proteics</b>	
Pollastre	1.500
Carn vermella (porc i vedella picada)	400
Ous (unitat)	720
Peix blanc (lluç congelat)	2.000
<b>Aliments grassos</b>	
Oli d'oliva refinat	480
Oli de llavors	480
Fruita seca	320
<b>Complements</b>	
Sucre blanc	196
Xocolata	160
Cafè	160

Font: Elaboració pròpia amb dades del BdA.

### 3.3.1. Cistella bàsica teòrica desenvolupada en porcions per persona/mes

El BdA manté una cistella bàsica on s'estimen quants grams per mes hauran de ser lliurats a la ració de cada persona beneficiària. Aquesta cistella bàsica es va desenvolupar sobre la base d'una dieta ideal per a un home adult amb un consum aproximat d'entre 2.000 i 2.500 kcal/dia (vegeu la taula 2).

### 3.3.2. Cistella bàsica real lliurada

El BdA, per diversificacions en els aliments que ingressa i en els fons de què disposa mes a mes, pot tenir variacions en els grams lliurats dels aliments. Cal considerar la temporada de producció dels aliments, que no sempre estaran disponibles durant tot l'any. També els excedents o productes que els supermercats deriven al BdA és canviant. Cada beneficiari rep dos ous addicionals a les quantitats d'aliments lliurats (vegeu la taula 3).

Taula 3. Quantitat d'aliments (en grams) lliurats a cada beneficiari els mesos de març, abril i maig de 2023 (quan es fa el treball de camp d'aquest estudi).

Aliments	Març	Abril	Maig
Oli d'oliva	590	200	300
Oli de llavors	300	300	0
Arròs	600	600	600
Conserva de sardina	250	250	250
Fruites/hortalisses	500	500	500
Farina de blat	150	150	150
Llet UHT	2.500	2.500	2.500
Llegum cuit	350	350	350
Llegum sec	250	250	250
Pasta	700	700	700
Patates	500	500	500
Plàtans	0	0	400
Salsa de tomàquet fregit	300	300	300
Total	6.990	6.600	6.800

Font: Elaboració pròpia amb dades del BdA.

## 4. Resultats

### 4.1. Micronutrients d'aliments secs pertanyents a la cistella bàsica teòrica

Els valors de micronutrients que conté cada aliment es van obtenir de les taules del Centre d'Ensenyament Superior de Nutrició i Dietètica (CESNID).

Segons la memòria del BdA, les aportacions en l'alimentació de les persones beneficiàries corresponen al 24,2% del total del consum mensual. Amb aquesta aportació el beneficiari disposa d'aliments per a 7,59 dies (BdA, 2023). Per això, a les taules següents es referencien les donacions per persona i 7,59 dies.

Per a una aproximació més real del consum d'aliments diversos que una persona pot presentar en la dieta s'ha fet una mitjana d'alguns aliments més consumits, per exemple, llegum cru: lleties, mongetes i cigrons (vegeu la taula 4).

#### 4.2. Micronutrients de fruites i verdures pertanyents a la cistella bàsica teòrica

Les fruites i verdures que ingressen al BdA provinents dels diferents programes es poden lliurar de forma alea-

tòria i depenent de la disponibilitat. Com que aquests aliments poden variar es va elaborar el càlcul per grups d'aliments, principalment en les verdures. Els micronutrients de fruites i verdures es calculen per separat perquè són la suma del programa SERMA i del programa d'aliments secs, i s'arriba a una quantitat de 500 g/persona en 7,59 dies (vegeu la taula 5).

#### 4.3. Aportació alimentària de micronutrients del banc d'aliments per mes

Les quantitats (g) es van obtenir de la mitjana dels lliuraments corresponents als mesos de març, abril i maig (durada del treball de camp), mitjançant la divisió del total de 7,59 dies corresponents al 24,2% d'aportacions realitzades pel BdA (vegeu la taula 6).

Taula 4. Micronutrients dels aliments secs pertanyents a la cistella bàsica teòrica del BdA (per persona/7,59 dies)

Aliments	Calci (mg)	Ferro (mg)	Vitamina D (mcg)	Àcid fòlic (mcg)	Vitamina B <sub>12</sub> (mcg)
Oli d'oliva refinat	0	0	0	0	0
Arròs	12	0,7	0	13	0
Sucre blanc	1	0,1	0	0	0
Cafè sol	2	0	0	tr.	0
Cereals d'esmorzar	70	15	2,8	300	0,5
Xocolata/cacau	38	1,5	0	6	0
Fruita seca*	178,33	3,17	0	112,67	0
Galetes (tipus Maria)	118	20	0	0	0
Farina blanca de blat	16	1,2	0	24	0
Farina*	23,5	1,85	0	46,5	0
Ous (unitat)	56	2	1,7	56	1,85
Llet semidescremada	114	0,04	0,01	5	0,4
Llegum sec*	74,67	4,63	0	62,49	0
Pasta	24	1,8	0	28	0
Patates crues	11	0,7	0	16	0
Peix blanc (lluç congelat)	20	0,6	tr.	12	1,1
Pollastre sencer sense pell	11	1	0,1	10	0,4
Formatge*	935	0,6	0,24	17,33	1,8
Tomàquet fregit	8	0,4	tr.	6	tr.
logurt*	127,67	0,3	0	3,06	3,15
Total	1.840,17	37,59	4,85	718,05	111,87

Font: Elaboració pròpia amb dades de Farrán, Zamora i Cervera, 2004. Dels aliments marcats amb un \* se n'obté el valor de la mitjana dels tres aliments del mateix tipus que es consumeixen en major quantitat. «Tr.» significa 'traces presents'.

Taula 5. Micronutrients de fruites i verdures (per persona/7,59 dies)

Aliments	Calci (mg)	Ferro (mg)	Vitamina D (mcg)	Àcid fòlic (mcg)	Vitamina B <sub>12</sub> (mcg)
<b>Fruïtes</b>					
Pomes	6,00	0,20	0	13,00	0
Taronges	40,00	0,30	0	39,00	0
Peres	10,00	0,20	0	10,00	0
Plàtans	8,00	0,50	0	22,00	0
Mitjana	16,00	0,30	0	21,00	0
<b>Verdures*</b>					
Bulbs	29,50	0,60	0	55,00	0
Fruïtes	13,33	0,43	0	34,00	0
Fulles i brots tendres	58,83	1,28	0	76,67	0
Cols	62,00	0,88	0	92,00	0
Arrels	42,50	0,50	0	35,00	0
Carbassó	27,33	0,57	0	30,33	0
Mitjana	38,92	0,71	0	53,83	0
Mitjana de fruites i verdures	27,46	0,50	0	37,42	0

Font: Elaboració pròpia amb dades de Farrán, Zamora i Cervera, 2004. Els productes marcats amb un \* es van obtenir de la mitjana de l'agrupació d'aliments que pertanyen a una categoria similar: la categoria de bulbs està formada per cebes; la categoria de fruites, per tomàquets, pebrots i albergínies; la categoria de les fulles i tiges tendres, per enciams, espinaacs i api; la categoria de les cols, per coliflors i bròquils, i la categoria de les arrels, per pastanaga i naps entre d'altres.

Taula 6. Aportació de micronutrients del BdA en els lliuraments fets els mesos de març, abril i maig (per persona/7,59 dies)

Aliments	Mitjana de tres mesos (g)	Calci (mg)	Ferro (mg)	Vitamina D (mcg)	Àcid fòlic (mcg)	Vitamina B <sub>12</sub> (mcg)
Oli d'oliva	363	0	0	0	0	0
Oli de llavors	200	tr.	tr.	tr.	tr.	0
Arròs	600	9,52	0,56	0	10,32	0
Conserva de sardines	250	134,59	0,99	1,82	2,65	4,46
Fruïtes/hortalisses	500	18,16	0,33	0	24,75	0
Farina blanca de blat	150	3,17	0,24	0	4,76	0
Ous (dues unitats)	126	14,02	0,48	0,45	15,87	0,32
Llet semidescremada	2.500	376,98	0,13	0,03	16,53	1,32
Llegum cuit	350	32,87	1,30	0	27,78	0
Llegum sec	250	24,69	1,53	0	20,66	0
Pasta	700	22,22	1,67	0	25,93	0
Patates crues	500	7,28	0,46	0	10,58	0
Plàtans	133	1,41	0,09	0	3,88	0
Tomàquet fregit	300	3,17	0,16	0	2,38	0
<b>Total</b>	<b>6.922</b>	<b>648,10</b>	<b>7,93</b>	<b>2,30</b>	<b>166,09</b>	<b>6,10</b>

Font: Elaboració pròpia. Micronutrients dels aliments secs i fruites i verdures disponibles de mitjana els mesos de març, abril i maig. Els ous es detallen com a dues unitats i es consideren 63 g per unitat. «Tr.» significa 'traces presents'.

«Els valors de micronutrients que conté cada aliment es van obtenir de les taules del CESNID.»

#### 4.4. Troballes de calci i vitamina D

Taula 7. Percentatges de necessitats cobertes de calci i vitamina D en dones. Comparació dels percentatges coberts pel BdA agafant de referència les recomanacions de la Universitat Complutense de Madrid i les DRI.

Micronutrient	Aportació BdA	Recomanacions Universitat Complutense de Madrid	Percentatge d'aportació BdA	Recomanacions DRI	Percentatge d'aportació BdA
Calci	648,10 mg	1.200 mg	54 %	1.000 mg	64,81 %
Vitamina D	2,30 mcg	15 mcg	15,33 %	15 mcg	15,33 %

Font: Elaboració pròpia.

Taula 8. Percentatges de necessitats cobertes de calci i vitamina D en homes. Comparació dels percentatges coberts pel BdA agafant com a referència les recomanacions de la Universitat Complutense de Madrid i les DRI.

Micronutrients	Aportació BdA	Recomanacions Universitat Complutense de Madrid	Percentatge d'aportació BdA	Recomanacions DRI	Percentatge d'aportació BdA
Calci	648,10 mg	1.200 mg	54 %	1.200 mg	54 %
Vitamina D	2,30 mcg	15 mcg	15,33 %	15 mcg	15,33 %

Font: Elaboració pròpia.

#### 4.5. Troballes de ferro

Taula 9. Percentatges de necessitats de ferro cobertes en dones i en homes (per aquest grup d'edat són iguals). Comparació dels percentatges coberts pel BdA agafant com a referència les recomanacions de la Universitat Complutense de Madrid i les DRI.

Micronutrient	Aportació BdA	Recomanacions Universitat Complutense de Madrid	Percentatge d'aportació BdA	Recomanacions DRI	Percentatge d'aportació BdA
Ferro	7,93 mg	10 mg	79,30 %	8 mg	99,12 %

Font: Elaboració pròpia.

#### 4.6. Troballes d'àcid fòlic i vitamina B<sub>12</sub>

Taula 10. Percentatges de necessitats d'àcid fòlic i vitamina B<sub>12</sub> en homes i en dones. Comparació dels percentatges coberts pel BdA agafant com a referència les recomanacions de la Universitat Complutense de Madrid i les DRI.

Micronutrients	Aportació BdA	Recomanacions Universitat Complutense de Madrid	Percentatge d'aportació BdA	Recomanacions DRI	Percentatge d'aportació BdA
Àcid fòlic	166,09 mcg	400 mcg	41,52 %	400 mcg	42 %
Vitamina B <sub>12</sub>	6,10 mcg	2,4 mcg	254,16 %	2,4 mcg	254,16 %

Font: Elaboració pròpia.

### 5. Discussió

Es van trobar nivells baixos de calci i vitamina D en les aportacions fetes pel BdA tant en dones com en homes. Segons les DRI, el calci i la vitamina D tenen diferents valors recomanats d'acord amb l'edat, el seu requeriment augmenta quan se superen els setanta anys en els dos sexes i la ingesta diària recomanada és la mateixa per a homes i per a dones. El requeriment de calci és de 1.000 mg/

dia i després dels setanta anys passa a 1.200 mg/dia, i el requeriment de vitamina D és de 15 mcg/dia i incrementa a 20 mcg/dia (Ross *et al.*, 2011). És important mantenir bons nivells d'aquests nutrients a la dieta perquè els suplementos farmacològics d'aquests micronutrients tenen un nivell baix de compliment, generen intolerància digestiva i la majoria dels adults grans presenta una hipovitaminosi, cosa que augmenta el risc de fractures d'ossos (Mateo Pascual *et al.*, 2016). Els aliments lliurats pel BdA que



brinden un percentatge més alt de calci són la llet, la conserva de sardina i els llegums cuinats.

Es va trobar que el valor de ferro aportat pel BdA cobreix el 99,12% de les recomanacions diàries fetes per les DRI. En canvi, si el comparem amb el valor de ferro diari recomanat per la Universitat Complutense de Madrid, només cobreix el 79,30%. S'haurà de revisar si cal augmentar l'aportació de ferro per mirar de disminuir el dèficit. El valor de ferro requerit en adults grans, tant en dones com en homes, és de 8 mg/g. El ferro arriba de la dieta com a ferro hemínic, d'origen animal amb una absorció d'un 15 a un 35%, o com a ferro no hemínic, d'origen vegetal i de menor absorció. Els aliments proporcionats pel BdA amb més aportació de ferro són la pasta, la conserva de sardina, els llegums crus i cuinats.

És de vital importància informar sobre l'acompanyament amb vitamina C de cada ingesta per millorar la solubilitat del  $Fe_2$  i millorar així l'absorció en el lumen duodenal (Marozzini, 2018).

Es va evidenciar que l'àcid fòlic és deficient en les aportacions realitzades pel BdA, però el valor de vitamina  $B_{12}$  sí que és cobert i sobrepassa el límit requerit al dia. Com que entre el 10 i el 30% de la gent gran té una mala absorció de la vitamina  $B_{12}$  que es troba present als aliments, és recomanable que a partir dels cinquanta anys compleixin amb la seva DRI, mitjançant el consum d'aliments fortificats amb Vitamina  $B_{12}$  o un suplement que contingui aquest micronutrient (Oria, Harrison i Stalling, 2019). En les aportacions fetes pel BdA es va trobar que la llet i la sardina en conserva aporten el 254,16% del valor diari requerit de vitamina  $B_{12}$ , mentre que la pasta, els llegums secs, els llegums cuits, les fruites i les hortalisses generen la major aportació d'àcid fòlic. Cal tenir en compte que la vitamina  $B_{12}$  que es troba en major concentració a la sardina en conserva pot disminuir l'aportació els mesos que no es pugui oferir aquest aliment (BdA, 2023).

L'Agència Espanyola de Seguretat Alimentària i Nutrició (AESAN) recomana una alimentació basada en la dieta mediterrània, amb aliments de proximitat disponibles i sostenibles. Concretament, detalla que una persona ha de dividir la ingesta diària en quatre o cinc racions (esmorzar, dinar, berenar i sopar), que tots els àpats poden estar acompanyats d'una porció calòrica, però que és important destacar que el consum de fruites i verdures cal que sigui com a mínim de cinc racions al dia de 120 g

i 150 g, respectivament. També es recomana consumir entre dos i quatre ous per setmana, augmentar el consum de llegums, disminuir el consum de carns i pensar en la reducció del malbaratament d'aliments com a mesura addicional per tenir cura del planeta (Martínez Hernández i Cámara Hurtado, 2020).

Any rere any el BdA rep menys excedents de la FESBAL, perquè també disminueixen els de les collites. A Europa l'efecte hivernacle ha alterat les durades estacionals i ha canviat l'etapa de floració i collita dels cultius. Addicionalment, la sequera, les plagues, les onades de calor i l'escassetat de pluges posen en perill la producció agrària i donen com a resultat menors rendiments (Rajia, 2021). La UE ha destinat donacions econòmiques i donacions d'aliments a Ucraïna pel conflicte armat que manté amb Rússia. Aquestes donacions redueixen els ingressos i les aportacions de grans volums d'aliments que anteriorment eren destinats als bancs d'aliments d'Europa i ara són enviats com a ajuda humanitària (vegeu <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/eu-response-ukraine-invasion/eu-solidarity-ukraine>).

A Barcelona, la gent gran disposa d'ajuts de suport alimentari, com el servei a domicili de menjar, per a persones que per diferents motius no poden preparar el menjar, perquè no tenen habitatge o àrea de cuina, perquè no compten amb suport social o familiar, o perquè presenten problemes de mobilitat. Aquestes persones poden accedir al servei d'alimentació de la comunitat (vegeu <https://ajuntament.barcelona.cat/serveissocials/ca/canal/apats-domicili>). Aquest ajut social pot reduir el nombre de persones que necessiten aliments crus per preparar i pot ser un dels factors que influeixen sobre el baix nombre de persones adultes més grans de seixantacinc anys beneficiàries del BdA. També és important esmentar que alguns adults grans no saben com sol·licitar o afiliar-se a les entitats beneficiàries del BdA i rebre més a mes els donatius. Finalment, l'aspecte emocional és un altre factor determinant, ja que algunes persones grans no volen sol·licitar ajut de cap tipus malgrat el baix o nul·l ingrés econòmic, la qual cosa crea una mentalitat de rebuig cap a aquestes accions socials.

«L'AESAN recomana una alimentació basada en la dieta mediterrània.»

## 6. Conclusions

- Pel que fa a la hipòtesi inicial, s'evidencia que l'aportació del BdA compleix el 24,2% de les recomanacions DRI per a la vitamina B<sub>12</sub> i el ferro.
- Això no es repeteix en les aportacions dels altres micronutrients estudiats, en què no es compleix aquest percentatge, ja que el calci, la vitamina D i l'àcid fòlic presenten percentatges molt per sota del 24,2%.
- Cal assegurar una bona aportació d'aliments que siguin font de calci, de vitamina D (com els lactis) i de ferro (com carns, peixos i llegums cuits), i incrementar el consum de fruites i vegetals a la dieta.
- D'acord amb les dades del padró continu de l'Institut Nacional d'Estadística (INE), el 2021, el 19,65% de la població era més gran de seixanta-cinc anys. Per tant, és sorprenent que en aquest estudi s'evidenciï que només el 8,37% dels beneficiaris del BdA són més grans d'aquesta edat. Podem suposar diferents causes: hi ha una majoria de gent jove i famílies amb fills com a destinataris finals de les donacions del BdA; potser la gent gran té altres fonts d'on obtenir aliment (programes d'ajuts municipals); els adults grans arriben amb més dificultat a les organitzacions veïnals i no reconeixen que la seva ingesta és deficitària. Fan falta més estudis per valorar aquestes suposicions.
- Les entitats han de millorar l'acostament a les persones grans i educar sobre com millorar l'alimentació.
- S'hauria de conèixer, de manera més detallada, l'edat dels beneficiaris del BdA per donar recomanacions més efectives, ja que sabem que en els trams d'edat de més de setanta o més de vuitanta anys s'incrementen més algunes necessitats de nutrients.
- La gran complexitat del funcionament del BdA i la variabilitat de les donacions que rep fan molt complexa la tasca d'obtenir dades que es tradueixin de manera simple en recomanacions a les entitats.

Un cop acabat l'estudi i després d'avaluar-ne les troballes i conclusions, les recomanacions finals són les següents:

- Fer l'estudi en adults joves, perquè són el grup majoritari que es beneficia del BdA. S'haurien d'estratificar per sexe i edat, ja que les recomanacions per a nens, adolescents i adults joves poden ser diferents.

- Informar les entitats receptores, a la *Guia de pràctiques correctes d'higiene per a l'aprofitament segur del menjar en la donació d'aliments* (ACSA, 2019) o en altres publicacions del BdA, dels requeriments nutricionals en adults grans, ja que s'incrementen amb l'edat. Seria recomanable elaborar infografies de comprensió fàcil perquè les entitats receptores puguin difondre les recomanacions entre els seus usuaris.
- Organitzar campanyes de conscienciació sobre la presència a tots els barris de les entitats que donen els aliments rebuts del BdA, especialment a la població adulta i més gran de seixanta-cinc anys, ja que aquest segment es troba en augment a Espanya i s'incrementarà fins al 26,5% de la població el 2035.
- El BdA hauria de recomanar a les entitats beneficiàries que atenen persones adultes grans que facin la sol·licitud de més programes, especialment els de fruites i verdures, per intentar reduir el risc de dèficit nutricional dels micronutrients estudiats.

## REFERÈNCIES

- AGÈNCIA CATALANA DE SEGURETAT ALIMENTÀRIA (ACSA) (2019). *Guia de pràctiques correctes d'higiene per a l'aprofitament segur del menjar en la donació d'aliments* [en línia]. Barcelona: ACSA. <[https://acsa.gencat.cat/web/.content/\\_Publicacions/Guies\\_i\\_documents\\_de\\_bones\\_practiques/Guies\\_de\\_Practiques\\_Correctes\\_dHigiene\\_reconegudes\\_oficialment/Aprofitament-menjar/Guia-aprofitament-menjar.pdf](https://acsa.gencat.cat/web/.content/_Publicacions/Guies_i_documents_de_bones_practiques/Guies_de_Practiques_Correctes_dHigiene_reconegudes_oficialment/Aprofitament-menjar/Guia-aprofitament-menjar.pdf)> [Consulta: 14 juliol 2024].
- AGÈNCIA DE RESIDUS DE CATALUNYA (ARC); UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA (UAB) (2012). *Un consum responsable dels aliments: propostes per a prevenir i evitar el malbaratament alimentari* [en línia]. Barcelona: ARC; UAB. <[https://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/centre\\_catala\\_del\\_reciclatge\\_ccr/guia\\_consum\\_responsable-FINAL.pdf](https://residus.gencat.cat/web/.content/home/lagencia/publicacions/centre_catala_del_reciclatge_ccr/guia_consum_responsable-FINAL.pdf)> [Consulta: 14 juliol 2024].
- BASILICO, N.; FIGUEROA, D. (2020). «Los bancos de alimentos y su rol en el contexto de la pandemia del COVID-19». *Estudios Sociales: Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional* [en línia], 30 (55), article e20965. <<https://doi.org/10.24836/es.v30i55.965>>.
- COQUE, J.; GONZÁLEZ-TORRE, P. L.; GARCÍA RODRÍGUEZ, M. (2015). «¿Para qué sirve un banco de alimentos? Relaciones con sus entidades beneficiarias en una región del Norte de España». *CIRIEC - España. Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 83, p. 251-282. També disponible en línia a: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17440036011>> [Consulta: 14 juliol 2024].
- FARRÁN, Andreu; ZAMORA, Raúl; CERVERA, Pilar (2004). *Tablas de composición de alimentos del CENID. Taules de composició d'aliments del CENID*. Barcelona: Universitat de Barcelona; Madrid: McGraw.Hill Interamericana.
- FUNDACIÓ BANC DELS ALIMENTS (BdA). (2023). *Memòria 2022* [en línia]. Barcelona: BdA. <[https://www.bancdelsaliments.org/ca/noticies/memoria-dactivitats-banc-dels-aliments-de-barcelona-2022/\\_noticia:221](https://www.bancdelsaliments.org/ca/noticies/memoria-dactivitats-banc-dels-aliments-de-barcelona-2022/_noticia:221)> [Consulta: 14 juliol 2024].
- GIL HERNANDEZ, Ángel (dir.) (2010). *Tratado de Nutrición*. Vol. IV: *Nutrición clínica*. 2a ed. Madrid: Médica Panamericana.
- MAROZZINI, J. (2018). *Aporte de calcio y hierro del menú que reciben los adultos mayores pertenecientes al hogar de ancianos "Sagrado Corazón de Jesús", de la ciudad de Maciá, provincia de Entre Ríos, Argentina, en el mes*

- de diciembre de 2017. Tesi (llicenciatura). Uruguai: Universidad de Concepción. També disponible en línia a: <<http://repositorio.ucu.edu.ar/xmlui/handle/522/392>> [Consulta: dia mes any].
- MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, J. A.; CÁMARA HURTADO, M. (coord.) (2020). «Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) de revisión y actualización de las Recomendaciones Dietéticas para la población española». *Revista del Comité Científico de la AESAN* [en línia], 32, p. 11-58. <[https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad\\_alimentaria/evaluacion\\_riesgos/informes\\_comite/RECOMENDACIONES\\_DIETETICAS.pdf](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/RECOMENDACIONES_DIETETICAS.pdf)> [Consulta: 9 octubre 2024].
- MATEO PASCUAL, C.; JULIÁN VIÑALS, R.; CASTELL ALCALÁ, M. V.; QUEIPO, R.; OTERO PIUME, A. (2016). «Evaluación de la adherencia al tratamiento con calcio y vitamina D en ancianos de una zona básica de salud». *Revista de Calidad Asistencial* [en línia], 31 (1), p. 10-17. <<https://doi.org/10.1016/J.CALI.2015.06.010>>.
- MINISTERI D'AGRICULTURA, PESCA I ALIMENTACIÓ (MAPA) (2022). *Informe del desperdicio alimentario en España 2021* [en línia]. Madrid: MAPA. <[https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/desperdicio/07052022\\_desperdicio\\_alimentario\\_2021\\_v2\\_tcm30-626538.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/desperdicio/07052022_desperdicio_alimentario_2021_v2_tcm30-626538.pdf)> [Consulta: 9 octubre 2024].
- MORAGUES-FAUS, A.; MAGAÑA-GONZÁLEZ, C. R. (2022). *Alimentando un futuro sostenible: estudio sobre la inseguridad alimentaria en hogares españoles antes y durante la COVID-19*. Barcelona: Universitat de Barcelona; Fundació Daniel y Nina Carasso. També disponible en línia a: <[https://www.ub.edu/alimentandounfuturosostenible/documents/informe-alimentacion\\_una-pag.pdf](https://www.ub.edu/alimentandounfuturosostenible/documents/informe-alimentacion_una-pag.pdf)> [Consulta: 9 octubre 2024].
- MORAL FERNÁNDEZ, M. J.; GALLEGRO SALCEDO, M.; GALLEGRO ZARAGOZA, I.; NAVARRO REY, J. A.; PASTOR CARRETERO, R. (2014). «The Chair of Food Banks UPM as a tool of raising awareness and promoting a culture of rational food consumption». A: Asociación Española de Dirección e Ingeniería de Proyectos (AEIPRO) (coord.). *18th International Congress on Project Management and Engineering* [en línia]. <<http://dSPACE.aeipro.com/xmlui/handle/123456789/203>> [Consulta: 9 octubre 2024].
- ORGANITZACIÓ MUNDIAL DE LA SALUT (OMS). (2002). «Envejecimiento activo: un marco político\*». *Revista Española de Geriatría y Gerontología* [en línia], 37 (S2), p. 74-105. <[https://cp.ucr.ac.cr/bvp/pdf/vejez/oms\\_envejecimiento\\_activo.pdf](https://cp.ucr.ac.cr/bvp/pdf/vejez/oms_envejecimiento_activo.pdf)> [Consulta: 9 octubre 2024].
- ORIA, M.; HARRISON, M.; STALLING, V. A. (ed.) (2019). «Appendix J. Dietary reference intakes summary tables. Dietary reference intakes (DRIs): Recommended dietary allowances and adequate intakes, elements». A: ORIA, M.; HARRISON, M.; STALLING, V. A. (ed.). *Dietary reference intakes for sodium and potassium* [en línia]. Washington: National Academies Press. <[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545442/table/appJ\\_tab3/?report=objectonly](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545442/table/appJ_tab3/?report=objectonly)> [Consulta: 14 juliol 2024].
- PELAYO LASO, Ó. (2021). *Evaluación e impacto de los fondos europeos* [en línia]. Treball de fi de grau. Santander: Universitat de Cantàbria. <<http://hdl.handle.net/10902/23374>> [Consulta: 9 octubre 2024].
- PÉREZ DÍAZ, J.; RAMIRO FARIÑAS, D.; ACEITUNO NIETO, P.; MUÑOZ DÍAZ, C.; BUENO LÓPEZ, C.; RUIZ-SANTACRUZ, J. S.; FERNÁNDEZ MORALES, I.; CASTILLO BELMONTE, A. B.; OBRAS-LOSCERTALES SAMPÉRIZ, J. DE LAS; VILLUENDAS HIJOSA, B. (2022). «Un perfil de las personas mayores en España, 2022: indicadores estadísticos básicos». A: RAMIRO FARIÑAS, D. (dir.). *Informes Envejecimiento en Red* [en línia], 29. <<http://envejecimiento.csic.es/documentos/documentos/enred-indicadoresbasicos2022.pdf>> [Consulta: 14 juliol 2024].
- RAJIA, S. (2021). *Una aproximación al impacto del cambio climático en la economía* [en línia]. Treball de fi de grau. Cartagena: Universitat Politècnica de Cartagena. <<http://hdl.handle.net/10317/9958>> [Consulta: 9 octubre 2024].
- ROSS, A. C.; TAYLOR, C. L.; YAKTINE, A. L.; VALLE, H. B. DEL (ed.) (2011). «Summary tables. Dietary Reference Intakes (DRIs): recommended dietary allowances and adequate intakes, vitamins». A: ROSS, A. C.; TAYLOR, C. L.; YAKTINE, A. L.; VALLE, H. B. DEL (ed.). *Dietary reference intakes for calcium and vitamin D* [en línia]. Washington: National Academies Press. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56068/table/summarytables.t2/?report=objectonly>> [Consulta: 14 juliol 2024].
- SOCIEDAD ESPAÑOLA DE GERIATRÍA Y GERONTOLOGÍA (SEGG) (2006). *Tratado de geriatría para residentes*. Madrid: SEGG. També disponible en línia a: <<https://www.segg.es/tratadogeriatría/main.html>> [Consulta: 9 octubre 2024].
- SUMELZO, N. (2022). *Análisis estratégico del Banco De Alimentos* [en línia]. Treball de fi de grau. Saragossa: Universitat de Saragossa. També disponible en línia a: <<https://zaguan.unizar.es/record/118569>> [Consulta: 14 juliol 2024].
- TAPIA, M. S.; LÓPEZ, S. E. (2020). «Bancos de alimentos. Un modelo que funciona mundialmente en la lucha contra el hambre». *Agroalimentaria* [en línia], 26 (50), p. 167-182. <<https://doi.org/10.53766/Agroalim/2020.26.50.10>>.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (2024). *Food waste index report 2024. Think eat save: tracking progress to halve global food waste* [en línia]. <<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/45230>> [Consulta: 11 abril 2024].

# Proteïnes alternatives per al desenvolupament d'anàlegs carnis

## *Alternative proteins for the development of meat analogues*



### MARC RUBIO CELORIO

Doctor en tecnologia alimentària per la Universitat de Girona (UdG). Responsable de Recerca i Desenvolupament (R+D) dels productes vegetals de La Selva, professor associat a la UdG i professor col·laborador a la Universitat Oberta de Catalunya (UOC).

**RESUM:** Tot i que la carn és un aliment molt nutritiu que sempre ha estat lligat a la humanitat, en els últims anys hi ha hagut un seguit de factors demogràfics, ètics, mediambientals i de salut que han fet plantejar-se la reducció del consum de carn i la cerca d'alternatives. Els anàlegs carnis són productes que mimetitzen les propietats nutricionals, funcionals i organolèptiques de la carn, utilitzant proteïnes obtingudes a través de fonts no convencionals. Les cinc fonts de proteïnes alternatives que actualment presenten més potencial són les proteïnes vegetals, la carn cultivada, la fermentació, els insectes i les microalgues. En aquest article s'analitzen i comparen les característiques, avantatges i inconvenients de cadascuna d'aquestes fonts. En el moment d'enviar l'original d'aquest article (octubre 2023), les previsions són que aquestes alternatives guanyin molta quota de mercat en els propers anys, però caldrà veure si podran superar els reptes tecnològics i econòmics als quals s'enfronten i, sobretot, si aconseguen l'acceptació dels consumidors.

**PARAULES CLAU:** proteïnes vegetals, carn cultivada, micoproteïna, insectes, microalgues, transició proteica.

**ABSTRACT:** *Although meat is a very nutritious food that has always been linked to humanity, in recent years a series of demographic, ethical, environmental and health factors have led us to consider a reduction in meat consumption and to search for alternatives. Meat analogues are products that mimic the nutritional, functional and organoleptic properties of meat, using proteins obtained from non-conventional sources. The five alternative protein sources that currently show the most potential are plant proteins, cultured meat, fermentation, insects and microalgae. This article analyzes and compares the characteristics, advantages and disadvantages of each of these sources. At the time of sending the original of this article (October 2023), forecasts suggest that these alternatives will achieve a large increase of market share in the coming years, but it remains to be seen if they will be able to overcome the technological and economic challenges which they face and, in particular, whether they will achieve consumer acceptance.*

**KEYWORDS:** *plant-based proteins, cultured meat, mycoprotein, insects, microalgae, protein transition.*

## INTRODUCCIÓ

La carn és un aliment important en la nostra dieta, ja que és altament nutritiva: aporta un alt contingut de proteïnes d'alt valor biològic, així com vitamines del grup B, ferro, zinc i seleni, que són essencials per al correcte fun-

cionament fisiològic del nostre cos (Pereira i Vicente, 2013). Es tracta d'un aliment que ha contribuït a l'evolució i desenvolupament dels humans, que forma part de la cuina de moltes cultures des de fa segles i que té un important significat social degut a les seves favorables propietats sensorials (Font-i-Furnols i Guerrero, 2014).

Segons l'Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació (FAO), la producció mundial de carn s'ha quintuplicat des del 1960 i es preveu que el 2023 la carn produïda arribi als 364 milions de tones. El consum mitjà de carn al món és de 46 kg per persona i any. Òbviament, aquestes xifres encara són més elevades als països occidentals, on es pot arribar a consumir entre 80 i 100 kg de carn anualment. Davant aquestes xifres, en els darrers anys hi ha hagut un augment en la consciència de la població que ha portat a qüestionar si el model actual de consum de carn és sostenible. Els quatre factors que resumeixen aquest canvi de paradigma es resumeixen en:

1. **Factors demogràfics:** segons les Nacions Unides, el 15 de setembre del 2022 la població mundial va arribar als 8.000 milions d'habitants, i les previsions són que el 2050 arribem als 9.700 milions, i el 2100 als 10.400 milions. Aquest increment poblacional, sumat a un augment del poder adquisitiu, portaran a augmentar entre un 76 i un 133 % la demanda de carn en el propers anys (Alexander *et al.*, 2017).
2. **Factors mediambientals:** la ramaderia és responsable del 14,5 % de les emissions globals de gasos d'efecte hivernacle (GEH), ocupa el 40 % de les terres cultivables del món i utilitza el 30 % de l'aigua d'ús agrícola (Ismail *et al.*, 2020). A més, contràriament al que es pugui pensar, la producció animal és altament ineficient: es necessiten 6 kg de proteïna vegetal per a generar 1 kg de carn (Kołodziejczak *et al.*, 2022). Establir noves granges intensives pot portar a la desforestació, danyar reserves hídriques i amenaçar la biodiversitat. Alguns estudis apunten que si volem complir els objectius per fer front al canvi climàtic que marquen les organitzacions mundials, caldrà que el consum *per capita* de carn es redueixi dràsticament: cada habitant hauria de reduir el 75 % del seu consum de carn vermella, mentre que la població dels països occidentals l'hauria de reduir fins al 90 %.
3. **Factors de salut:** tot i que la carn és un aliment molt nutritiu, l'Agència Espanyola de Seguretat Alimentària i Nutrició (AESAN) i l'Agència de Salut Pública de Catalunya (ASPCAT) recomanen una dieta amb predomini d'aliments d'origen vegetal i una reducció dels d'origen animal: consum d'entre dues i quatre racions de carn a la setmana, amb un màxim de dues racions de carn vermella. Això és degut al fet que la carn conté alts continguts en greix saturat i colesterol, i que un consum excessiu de carn està associat a sobrepès, obesitat, malalties cardiovasculars i diabetis tipus 2 (McAfee *et al.*, 2010). També cal

dir que el 2015 l'Agència Internacional de Recerca sobre el Càncer (IARC, del seu nom en anglès) va classificar el consum de carn vermella com a grup 2A (probablement causant de càncer) i la carn processada com a grup 1 (causant de càncer). S'apunta que més de dos milions de morts a l'any podrien ser explicades per un alt consum de carn vermella i carn processada.

4. **Factors ètics:** la FAO apunta que sacrificuem 80.000 milions d'animals l'any pel consum alimentari, el que tocaria a 10 animals per cada persona del planeta. La producció intensiva de bestiar suscita una seriosa preocupació sobre el benestar animal. Així ho demostra l'augment exponencial en la darrera dècada de persones que segueixen dietes flexitarianes, vegetarianes o veganes (Ismail *et al.* 2020).

En aquest context, una reducció en el consum de carn sembla imperativa per a complir els objectius de desenvolupament sostenible marcats per les Nacions Unides (el 3, salut i benestar; el 12, consum i producció responsables; el 13, acció climàtica, i el 15, vida terrestre). Els aliments proteics sense proteïna animal no són res nou. Els països asiàtics fa molts anys que s'alimenten amb tofu i tempeh (a partir de la proteïna de la soja) o amb seitan (a partir del gluten del blat) com a alternativa a la carn. També podem trobar al mercat hamburgueses, croquetes o canelons elaborats a partir de barreges de verdures, llegums i cereals. Totes aquestes opcions han atret durant anys les persones vegetarianes i veganes que volien evitar el consum de carn per motius ètics, però també cada cop més persones que porten dietes omnívores però que veuen necessari un descens en el consum de carn per motius mediambientals o de salut. No obstant això, molts d'aquests consumidors troben que aquesta tipologia de productes té una gran falta de propietats organolèptiques desitjades, sobretot quan es comparen amb la carn que té una textura fibrosa i una aroma característica.

Per a suplir aquestes mancances, recentment han aparegut els anàlegs carnis: productes que mimetitzen les propietats nutricionals, funcionals i organolèptiques (aparença, textura i aroma) dels productes carnis. Comercialment, els més habituals al mercat han estat anàlegs d'hamburguesa, de *nuggets* i d'embotits. El nutrient més important de la carn és la seva proteïna d'alta digestibilitat i valor biològic (conté tots els aminoàcids essencials), que la fa molt preuada nutricionalment, però també funcionalment per a l'elaboració de derivats carnis (Kołodziejczak *et al.*, 2022). Per tant, en els anàlegs carnis serà de vital importància triar bones fonts proteiques. En aquest sentit, els anàlegs carnis, en comptes de fer ser-

vir proteïnes animals, estan elaborats amb el que s'han anomenat *proteïnes alternatives*: proteïnes obtingudes a través de fonts no convencionals i/o amb processos diferents dels tradicionals. Actualment les cinc fonts de proteïna alternativa amb més potencial per a l'elaboració d'anàlegs carnis i per a reduir el consum de carn en el futur són: proteïnes vegetals (més conegudes pel seu anglicisme: *plant-based*), carn cultivada (mal coneguda com a carn de laboratori), fermentació (per a l'obtenció de micoproteïnes), insectes i microalgues.

El desenvolupament d'anàlegs carnis està considerat una alternativa prometedora per a disminuir el nombre de persones que consumeixen carn animal (Elzerman *et al.*, 2011). S'espera que la utilització de proteïnes alternatives pugui reduir l'impacte mediambiental negatiu fins al 50%, degut al seu potencial per reduir les emissions de GEH (fins a 583 milions de tones de CO<sub>2</sub> per any). També ha estat afirmat que els anàlegs carnis tenen un risc reduït davant les malalties cardiovasculars, pressió arterial i diabetis, i podrien evitar fins a 52.700 morts prematures per any (Boukid, 2021). No obstant això, el potencial dels anàlegs carnis sobre la sostenibilitat i la salut dependrà en gran mesura de la disponibilitat, cost i acceptabilitat per part dels consumidors de les diferents fonts de proteïnes alternatives.

## PROTEÏNES VEGETALS (PLANT-BASED)

Els anàlegs carnis que s'elaboren a partir de proteïnes vegetals es coneixen popularment amb l'anglicisme *plant-based*. Realment, el consum de proteïnes vegetals és una de les fonts nutritives més antigues de la humanitat i no es podria considerar una nova categoria. No obstant això, no ha sigut fins fa pocs anys que s'han desenvolupat noves tecnologies i ingredients per a la texturització d'aquestes proteïnes, i que s'ha vist la possibilitat d'imitar amb més èxit la textura de la carn.

La font proteica utilitzada pels fabricants de productes *plant-based* és un dels components més importants per a la identitat i diferenciació dels productes (Bohrer, 2019):

- La soja ha sigut històricament la proteïna més comunament utilitzada en productes *plant-based* degut al seu potencial nutritiu i funcional, i al seu econòmic preu. La soja pot contenir fins al 35-40% de proteïnes d'un valor biològic igual al de la carn, els ous o

la llet (Bohrer, 2019). A més, posseeix unes interessants propietats funcionals que la fan molt adient per a l'elaboració d'anàlegs carnis: capacitat d'absorbir aigua i oli, i emulsionant (Lee *et al.*, 2020). No obstant això, és important fer notar que actualment els consumidors comencen a tenir percepcions negatives sobre la soja a causa de la seva al·lergicitat i la seva relació amb la desforestació i els organismes modificats genèticament.

- El gluten també s'ha utilitzat extensament en la indústria dels *plant-based*, a causa de les seves propietats reològiques i viscoelàstiques, i al seu baix preu (Ishaq *et al.*, 2022). Quan arriba a 85 °C, el gluten coagula i forma un gel però sense perdre la seva estructura. A més, és un bon lligant entre les proteïnes i els altres ingredients (Lee *et al.*, 2020). Aquestes propietats fan que pugui mantenir les fibres del producte unides i es pugui arribar a obtenir una interessant textura fibrosa que recorda la carn (Boukid, 2021). Al mateix temps, cal remarcar que el gluten és altament al·lergogen i que no és tolerat per persones celiaques.
- El pèsol està guanyant popularitat els últims anys i es presenta com una interessant alternativa a la soja i al gluten, gràcies a la seva hipoal·lergicitat i a les seves interessants propietats funcionals que ajuden a millorar els atributs de textura dels anàlegs carnis: capacitat de formar gels, immobilitzar greix i atrapar aigua dintre de la matriu de les emulsions (Kurek *et al.*, 2022).
- Altres fonts de proteïna vegetal emergents s'estan estudiant i desenvolupant actualment per al seu ús als anàlegs carnis: llegums (fava, cigró), cereals (arros), llavors oleaginoses (gira-sol) o tubercles (patata). En general, aquestes fonts presenten algunes limitacions funcionals i nutricionals (tenen un valor biològic una mica inferior degut a l'absència d'alguns aminoàcids). No obstant això, són fonts lliures d'al·lèrgens i es poden combinar amb les altres fonts proteiques per maximitzar els efectes.

A trets generals, la composició i els ingredients de la majoria de productes *plant-based* acostumen a ser:

- **Aigua:** és el component majoritari, ja que serveix com a element per a la distribució de la resta d'ingredients. Necessària per a crear emulsions i per a donar sucositat al producte final. També proporciona un estalvi econòmic (Lee *et al.*, 2020).

- **Proteïna texturitzada:** un dels punts més complexos a l'hora de desenvolupar anàlegs carnis és dotar-los d'una textura semblant a aquella de la carn. El desenvolupament de la fibrositat de l'anàleg carni dependrà dels ingredients i el processament de les seves proteïnes. L'extrusió és el mètode de texturització de proteïnes vegetals més utilitzat degut a la seva alta productivitat, baix cost, versatilitat i eficiència energètica (Boukid, 2021). El procés consisteix en un bisensfí que cisalla, escalfa, comprimeix i refreda les proteïnes per tal de reestructurar-ne la forma nativa (globular) i obtenir-ne la forma texturitzada (lineal). Existeixen dos tipus d'extrusió: de baixa humitat i d'alta humitat (Matas i Gou, 2022), les característiques principals de les quals queden recollides en la taula 1. La proteïna més comunament texturitzada és la soja, tot i que també es pot emprar el gluten i el pèsol. L'ús de proteïna texturitzada ha estat molt usada en el desenvolupament d'anàlegs carnis, ja que aporta una aparença, textura i valor nutricional similars als de la carn (Lee *et al.*, 2020).
- **Hidrocol·loides:** són macromolècules que tenen molta afinitat per l'aigua. Molt utilitzats en la indústria per a modificar la textura dels aliments: des de l'augment de viscositat fins a la creació de gels. Podríem classificar els hidrocol·loides en dos grups: *a*) ingredients, com midó (de blat, de blat de moro), fècula (de patata, de tapioca), fibres (cítrica, *psyllium*) o proteïna (concentrat o aïllat de soja), i *b*) additius, que provenen de vegetals o microorganismes i es consideren fibra soluble. Alguns d'ells es modifiquen químicament per a potenciar-ne l'efecte. Són classificats com a E-4xx i popularment es coneixen com a gomes (Cortés *et al.*, 2023). Els més comuns en el món *plant-based* han estat: metilcel·lulosa, car-

ragenat i alginat. Els additius tenen mala premsa entre els consumidors i actualment es comença a debatre la substitució d'aquests additius per aconseguir reduir la llista d'ingredients i els números E.

- **Oli/greix:** per tal d'imitar l'experiència sensorial de la carn, és essencial afegir greixos que promoguin la melositat i untuositat en boca, incrementin l'aroma i aportin sucositat i tendresa a la textura. Els més emprats han estat olis de gira-sol, oliva, palma, colza i coco (Zahari *et al.*, 2020). Contràriament al que es pugui pensar, els anàlegs carnis *plant-based* acostumen a tenir el mateix contingut total de greixos que la carn. No obstant això, els greixos vegetals no aporten colesterol ni àcids grassos *trans* i, en general, tenen un contingut molt reduït d'àcids grassos saturats (excepte en el cas de la palma i el coco).
- **Aromes:** l'acceptació per part del consumidor dependrà fortament del gust i l'olor del producte. Per tal de replicar les aromes dels productes carnis s'utilitzen espècies, herbes, extracte de llevat, sucres i tot un seguit d'aromes artificials (Boukid, 2021). Una quantitat molt més elevada d'aromes és utilitzada en els anàlegs carnis en comparació amb els productes carnis tradicionals, ja que intenten replicar aromes complexes típiques de la carn i, a la vegada, emmascarar aromes indesitjables que poden deixar les proteïnes vegetals com la soja (Kołodziejczak *et al.*, 2022).
- **Colorant:** l'aparença i el color d'un producte són crucials per a la intenció de compra del consumidor. La soja, el gluten i el pèsol acostumen a donar tonalitats beix o groguenques no atractives (Kołodziejczak *et al.*, 2022). Per aquest motiu els productes *plant-based* contenen colorants vermells, roses i porpres que

Taula 1. Característiques principals dels dos sistemes d'extrusió

	EXTRUSIÓ BAIXA HUMITAT	EXTRUSIÓ ALTA HUMITAT
Contingut aigua mescla inicial	< 30 %	40-80 %
Processament	El broquet de sortida de l'extrusor és curt i produeix una expansió del producte	El broquet de sortida de l'extrusor és llarg i amb refrigeració i produeix una estructuració del producte
Contingut aigua producte final	20-40 %	50-70 %
Aparença	Esponjosa, seca i porosa	Fibrosa, estriada i no expandida
Textura	Càrnia poc autèntica	Càrnia molt autèntica
Rehidratació	Necessària	No necessària
Refrigeració	No necessària	Necessària
Denominació	TPV (de l'anglès <i>textured vegetable protein</i> )	HMMA (de l'anglès <i>high moisture meat analogues</i> )

Font: Elaboració pròpia.

puguin recordar les tonalitats típiques de la carn. Per tal d'evitar l'ús de colorants artificials i la seva declaració com a «E» en l'etiquetatge, cada cop més els elaboradors opten per extractes o concentrats de vegetals (remolatxa, pebre vermell, moniato, pastanaga, etc.). Una problemàtica derivada d'aquests ingredients és la seva poca estabilitat davant de la temperatura de cocció, que pot fer disminuir dràsticament la intensitat de color. Per assegurar l'estabilitat dels colorants i els pigments, s'acostumen a afegir altres ingredients com àcid cítric o ascòrbic, extractes de fruites o polifenols (Boukid, 2021).

- **Enriquidors:** molts productes *plant-based* estan enriquits amb minerals i vitamines amb l'objectiu de millorar-ne el perfil nutricional. Els dos elements més típicament afegits a aquesta categoria de productes són la vitamina B<sub>12</sub> i el ferro, ja que aquests micronutrients no es troben en els aliments vegetals (o es troben en una forma poc absorbible), cosa que pot arribar a causar deficiències en les persones veganes (Kołodziejczak *et al.*, 2022).

Els productes *plant-based* estant guanyant popularitat com a alternativa al consum excessiu de carn. S'han implementat al mercat gràcies a la concepció «bo per a mi i bo per al planeta» (Ishaq *et al.*, 2022). Des del punt de vista mediambiental, es considera que els vegetals tenen un impacte positiu en la conservació de la biodiversitat, en l'agricultura i en la preservació de la fertilitat del sòl (Boukid, 2021). I des del punt de vista nutricional, aquesta tipologia de productes presenta un alt contingut de proteïnes d'alt valor biològic (comparables a la carn), absència de colesterol i àcids grassos *trans*, baix contingut en àcids grassos saturats i continguts significatius de fibra. Contràriament, són productes que acostumen a tenir major contingut en sal (per tal de potenciar el sabor), manquen d'algunes vitamines i minerals (per aquest motiu a vegades s'enriqueixen) i utilitzen quantiosos ingredients i additius (que els allunya de la preferència del consumidor per les «etiquetes netes»).

Cal també remarcar que els productes *plant-based* presenten un seguit de limitacions: *a*) econòmiques, ja que acostumen a ser més cars que els productes carnis, cosa que frena la intenció de compra del consumidor; *b*) organolèptiques, malgrat s'ha avançat molt en el desenvolupament d'aquests productes, en alguns casos encara estan lluny d'imitar completament la carn, i *c*) tecnològiques, donada la dificultat de crear una xarxa complexa de fibres, s'està optant per productes tipus picats o emulsionats (hamburguesa, fränkfurt, embotits, etc.) i encara no s'han presentat peces senceres (pernil, bistec, costelles, etc.).

## CARN CULTIVADA

La carn cultivada es produeix a través del cultiu *in vitro* de cèl·lules extretes d'animals sense causar-los dany. Se la coneix amb diversitat de nomenclatures: carn *in vitro*, carn artificial, carn de laboratori, carn sintètica, carn neta, *cell-based*, *lab-based*. La carn és produïda a partir de cèl·lules animals, les quals es col·loquen en un medi ric en nutrients i factors de creixement per accelerar-ne la divisió i diferenciació fins a obtenir teixits. Tot el procés es pot dur a terme en qüestió de dies, en contraposició a la necessitat de mesos o anys en el cas de la carn tradicional.

El procés simplificat d'elaboració de carn cultivada consta dels passos següents:

1. **Extracció:** a través d'una biòpsia a un animal viu (en principi, de qualsevol espècie) s'obtenen cèl·lules. Les cèl·lules més àmpliament emprades són satèl·lits: cèl·lules mares musculars que encara no s'han diferenciat (Zhou *et al.*, 2020). Es considera que amb una sola biòpsia es podria obtenir la carn equivalent a cinquanta porcs, tot i que, a la llarga, la intenció dels productors és obtenir línies cel·lulars immortalitzades per tal de no dependre en absolut dels animals (Lee *et al.*, 2020).
2. **Proliferació:** les cèl·lules seleccionades es traspassen a bioreactors en condicions controlades de temperatura, pH i oxigen, i que contenen un medi de cultiu ideal perquè les cèl·lules es multipliquin exponencialment. La composició del medi de cultiu serà bàsica i haurà de contenir nutrients, hormones, vitamines, aminoàcids, factors de creixement, etc. Un dels medis de cultiu més emprats ha sigut el sèrum boví, però això desvirtua substancialment els avantatges ètics propiciats per aquesta tecnologia i per això es busquen alternatives lliures d'animals (Lee *et al.*, 2020).
3. **Diferenciació:** canviant les condicions del medi de cultiu es pot fer madurar i diferenciar les cèl·lules. Quan es volen cèl·lules musculars, simplement es deixen d'alimentar amb factors de creixement i es diferencien per elles soles. Les cèl·lules musculars es fusionen de forma natural per formar primer miofibrils, després miofibrilles i finalment fibres musculars. Val a dir que la producció de cèl·lules *in vitro* no genera una matriu en tres dimensions. Per aquest motiu hi ha un ús ampli del que s'anomena «bastida» (de l'anglès *scaffolding*). Generalment, són hidrogels comestibles de naturalesa porosa (poden ser de col·lagen o cel·lulosa) que fan de base i permeten organitzar els teixits i aconseguir una xarxa tridimensional més semblant a la de la carn. Tot i que en una



primera fase només es cultivaven cèl·lules musculars, les tècniques s'han anat refinant i actualment també es pot cultivar greix, diferenciant les cèl·lules mares en adipòcits o teixit connectiu (Lee *et al.*, 2020). Aquest procés no implica cap modificació genètica de les cèl·lules, ja que es comporten de manera natural, com ho farien dintre del teixit de l'animal.

4. **Elaboració:** amb les fibres aconseguides, es pot elaborar el producte carni desitjat. Opcionalment, es poden afegir colorants, saboritzants o vitamines/minerals. Val a dir que actualment es poden aconseguir entrellaçar poques fibres musculars i que els sistemes de bastida no permeten obtenir textures altament estructurades. Conseqüentment, el més habitual és treballar amb productes picats o emulsionats (Lee *et al.*, 2020). S'està treballant amb tecnologies d'impressió 3D per intentar obtenir peces senceres.

Tot i que aquesta tecnologia és absolutament innovadora, el seu concepte ja va ser descrit fa gairebé un segle. Winston Churchill ja va postular el 1932: «D'aquí cinquanta anys, escaparem de l'absurditat de criar pollastres sencers per només menjar-nos-en les ales o les cuixes, i cultivarem aquestes parts per separat en un medi adequat». El 2013 aquest pronòstic es va fer cert quant l'holandès Mark Post va presentar la primera hamburguesa de vedella cultivada. Tot i que la biotecnologia de teixits s'ha desenvolupat amb propòsits de medicina regenerativa, els últims anys s'han aprofitat els progressos per aplicar-los també al camp de la tecnologia alimentària (Lee *et al.*, 2020).

Tot i que és una tecnologia emergent, s'espera que requereixi una quantitat de terra i aigua quasi negligible, i generi menys efecte hivernacle que la carn tradicional (Zhou *et al.*, 2020). A més, reduiria la necessitat de criar i sacrificar bestiar per al consum humà, ja que una única cèl·lula pot proliferar diverses vegades. A banda, tot el procés es duu a terme en condicions d'esterilitat, cosa que podria pal·liar les zoonosis derivades del consum tradicional de productes carnis (Lee *et al.*, 2020). Aquests avantatges mediambientals, ètics i de la salut estaran condicionats a la disponibilitat, sostenibilitat i viabilitat d'aquesta tecnologia, així com a l'acceptació del consumidor. Altres estudis, no obstant això, defensen que els requeriments energètics per al cultiu de carn seran molt més grans que els de la carn tradicional o les altres fonts de proteïna alternativa (Fidder i Graça, 2023).

L'acceptació dels consumidors dependrà de les propietats organolèptiques, els valors nutricionals i el preu del producte. No obstant això, s'espera trobar molta neofòbia: rebuig a tot allò que és nou. Així, aquells factors que evo-

quin naturalitat i familiaritat ajudaran a augmentar l'acceptació de carn cultivada, mentre que factors que facin referència a l'artificialitat, la tecnologia o el laboratori disminuiran l'acceptació del consumidor. Sembla que la clau per augmentar l'acceptació de la carn cultivada és assimilar-la al màxim a la carn tradicional (Fidder i Graça, 2023). D'aquesta manera, la nomenclatura emprada també tindrà un paper crucial. Així, totes les nomenclatures que accentuïn termes tecnològics o de laboratori xocaran amb una baixa acceptació. Les empreses involucrades estan fent un esforç per intentar estandarditzar el nom de «carn cultivada», per guanyar la confiança pública i unificar vocabulari per temes reguladors (Fidder i Graça, 2023).

El que segur que serà un topall per al consum de carn cultivada serà el seu preu desproporcionat. La primera hamburguesa del 2013 va costar la desorbitada xifra de 300.000 dòlars. Des de llavors, la investigació i els nous desenvolupaments han fet caure en picat aquesta xifra, però segueix estant molt per sobre del preu de la carn tradicional. Les millors previsions són que abans del 2030 estigui disponible per menys de 8 €/kg. L'alt cost d'aquesta tecnologia s'explica per: a) les cèl·lules animals són cares de fer créixer i requereixen nutrients molt específics; b) els bioreactors emprats són encara petits; c) tot el procés s'ha de dur en condicions d'esterilitat, i d) consumeix molta energia. La industrialització i escalabilitat de la carn cultivada serà clau per a la reducció de costos (Zhou *et al.*, 2020). Entretant, una de les solucions transitòries que s'està utilitzant per a la reducció de costos és l'elaboració d'híbrids: carn cultivada + *plant based*.

Un altre obstacle que haurà de superar la carn cultivada són tots els afers reguladors amb l'Administració. Singapur va ser el primer país que va aprovar el consum de carn de pollastre cultivada el 2020. Seguidament, el 2023, Estats Units també ha aprovat la carn de pollastre cultivada i ha obert la porta perquè la Unió Europea (UE) comenci a tractar el tema. Recentment, la FAO ha començat a discutir la temàtica amb els països membres (Lee *et al.*, 2023).

Any rere any, augmenten les empreses amb intenció de subministrar carn cultivada sense necessitat de matar animals, cosa que reflecteix l'increment d'inversió i finançament d'aquest sector. Tot i que encara no hi ha línies productives a escala comercial, un estudi conduït per la consultoria Kearney va suggerir que el 2040 el 35% de tot el consum carni seria derivat de la carn cultivada. Semblaria que aquesta font de proteïna alternativa tindria més potencial que les altres fonts tractades en

aquest article, ja que superaria les seves qualitats sensorials i nutricionals i, a més, atrauria el consumidor que no vol reduir el seu consum de carn.

## FERMENTACIÓ (MICOPROTEÏNES)

La indústria de la proteïna alternativa utilitza la fermentació en tres vies:

1. **Fermentació tradicional:** ha sigut utilitzada per la humanitat des de fa milers de segles per elaborar pa, cervesa, vi, iogurt, formatge o tempeh. Es tracta d'un procés que duen a terme alguns microorganismes unicel·lulars (bacteris o llevats) com a part del seu metabolisme i que, a trets generals, degrada molècules grosses (midó) en d'altres de més petites (sucres) i altres subproductes (CO<sub>2</sub> o alcohol). La fermentació tradicional pot millorar les propietats sensorials, funcionals i nutritives d'alguns anàlegs carnis (Carter *et al.*, 2023).
2. **Fermentació de precisió:** s'utilitzen microorganismes per a l'obtenció d'ingredients funcionals específics com proteïnes, enzims, vitamines, greix o pigments. Tots ells són compostos d'un alt valor, que poden utilitzar-se als anàlegs carnis per a millorar-los i fer que s'assemblin més als productes originals (Carter *et al.*, 2023).
3. **Fermentació de biomassa:** aprofita l'alt contingut en proteïnes i l'alta velocitat de creixement dels microorganismes (poden duplicar el seu pes en hores) per a generar grans quantitats de proteïna de manera eficient. La biomassa microbiana pot ser utilitzada com a ingredient de manera directa o amb un mínim processament (Carter *et al.*, 2023). Aquest tipus de fermentació és la que suscita més interès per a la producció de proteïna alternativa i anàlegs carnis.

La micoproteïna, obtinguda a partir de la fermentació de biomassa de fongs filamentosos, s'ha descrit com una potencial font de proteïna pels anàlegs carnis degut al seu gust agradable, contingut alt en proteïnes i avantatges mediambientals (Wikandari *et al.*, 2023). El anàlegs carnis desenvolupats a partir de fongs han creat una nova categoria: els *fungi-based* (per tal d'equiparar-los als ja vistos *plant-based* i *cell-based*).

La producció de micoproteïna està basada en una fermentació submergida de fongs en un medi de cultiu líquid. Un dels gèneres més emprats és el *Fusarium vene-*

*natum*, el qual està considerat GRAS (de l'anglès *generally recognized as safe*, 'generalment reconegut com a segur'). Usualment la fermentació es produeix a bioreactors, on s'aporten sucres (glucosa principalment) i altres nutrients per tal de mantenir una fermentació contínua del fong a una alta ràtio metabòlica (Kurek *et al.*, 2022). Els fongs filamentosos, a diferència dels llevats, creixen formant una xarxa de filaments anomenats micelis. Aquests micelis són generalment tractats amb calor, centrifugats i recuperats en una pasta que anomenem micoproteïna. Posteriorment, aquesta micoproteïna pot passar per etapes de texturització, es pot utilitzar conjuntament amb hidrocol·loides per a obtenir la forma i textura desitjada o es pot tractar per a obtenir concentrats o aïllats de proteïna (Zeng *et al.*, 2023). Actualment, ja es poden trobar al mercat productes elaborats amb micoproteïna com hamburgueses, *nuggets*, productes picats o embotits (Ismail *et al.*, 2020).

L'ús de micoproteïna està experimentant un gran creixement en els darrers anys, a causa dels avantatges que té:

- **Nutricionals:** la micoproteïna presenta un alt contingut en proteïnes (40-60%) d'alt valor biològic i alta digestibilitat, comparables a les de la llet o els ous (Hashempour-Baltork *et al.*, 2020). A més, conté interessants micronutrients (zinc, seleni, ferro i vitamina B<sub>12</sub>) (Hashempour-Baltork *et al.*, 2023), així com  $\beta$ -glucans i manans, que formarien part de la fibra dietètica no soluble, la qual està relacionada amb la salut gastrointestinal i amb la reducció d'algunes malalties (Wang *et al.*, 2023). La micoproteïna és ben tolerada pels humans i amb un baix potencial al·lergogen (Kurek *et al.*, 2022). No hi ha estudis que apuntin a efectes adversos pel seu consum a mitjà o llarg termini (Hashempour-Baltork *et al.*, 2023).
- **Sensorials:** la micoproteïna té unes propietats sensorials superiors als altres anàlegs carnis i una major acceptació per part del consumidor. En destaca la seva textura fibrosa que imita satisfactòriament les fibres de la carn (Wikandari *et al.*, 2023). Cal remarcar també que les micoproteïnes no tenen gust ni color, la qual cosa les fa molt atractives per a l'elaboració d'anàlegs carnis (en contraposició als gustos lleguminosos que deixen la soja o el pèsol) (Singh i Sit, 2022).
- **Productius:** els fongs són relativament fàcils de fer créixer en un entorn controlat i són els microorganismes amb la major capacitat de produir proteïnes (per sobre dels bacteris) (Alexander *et al.*, 2017). Amb l'objectiu de reduir el cost de producció, es busquen substrats més econòmics que la glucosa, com els

subproductes de la indústria alimentària (Wikandari *et al.*, 2023).

- **Mediambientals:** la producció de micoproteïnes requereix menor ús d'aigua i terra (94%), i genera menys GEH (95%) que la producció de bestiar (Wikandari *et al.*, 2023).

## INSECTES

Anàlisis d'isòtops en ossos demostren que el consum d'insectes està molt lligat a l'evolució humana i es calcula que actualment es consumeixen més de dues mil espècies d'insectes a cent dinou països (principalment a Àsia, Àfrica i Amèrica Llatina) (Alexander *et al.*, 2017). La FAO ha estudiat extensivament els avantatges del consum d'insectes, tenint en compte els aspectes culturals, econòmics, productius, nutricionals i de seguretat alimentària. No obstant això, als països occidentals, el consum d'insectes encara es percep com una pràctica desagradable i els consumidors d'aquests països presenten una molt baixa acceptació d'aquest tipus d'aliments. Amb l'objectiu d'augmentar l'acceptació del consumidor, els insectes es poden presentar en format de farines o concentrats de proteïnes (Alexander *et al.*, 2017), que poden ser utilitzats com a ingredients per a l'elaboració d'anàlegs carnis. En general, el procés d'extracció de proteïna dels insectes consta de cinc etapes: 1) pretractament de la matèria primera (assecat, molta o tamisat), 2) desgreixament, 3) solubilització/recuperació de la proteïna, 4) purificació de la proteïna i 5) procés d'assecat (Queiroz *et al.*, 2023).

En els darrers anys ha augmentat molt l'interès i els estudis dels insectes com a font de proteïna alternativa, ja que presenten tot un seguit d'avantatges que els fa molt atractius com a solució de futur per a pal·liar els efectes negatius de la producció de carn i per a complir amb la demanda creixent de proteïna:

- Poden transformar fonts orgàniques de baix valor (despulles d'animals i subproductes de la indústria) en biomassa rica en proteïnes (Miron *et al.*, 2023).
- El contingut en proteïnes és de 40-60%, depenent de l'espècie d'insecte i el tractament d'extracció emprat. Aquestes proteïnes contenen tots els aminoàcids essencials i són comparables a les dels mamífers (Vauterin *et al.*, 2021).
- A més de la proteïna, són rics en greixos i micronutrients (coure, ferro, magnesi, manganès, seleni, zinc i diverses vitamines) (Alexander *et al.*, 2017).

- La cria d'insectes és molt més sostenible que la de mamífers, degut a la seva reduïda emissió de GEH, contaminació d'aigües i ús de terra.
- Els insectes no utilitzen energia per al manteniment de la temperatura corporal, per la qual cosa són molt eficients en la producció de proteïna (Vauterin *et al.*, 2021).
- Els insectes són molt més eficients que els mamífers en la conversió d'aliments: per exemple, en el cas del grill només es necessiten 2,2 kg d'aliment per a generar 1 kg d'insecte (Queiroz *et al.*, 2023).
- La fracció d'insecte consumit és del 100%, en comparació amb el 40% del bestiar convencional (Alexander *et al.*, 2017).
- Els insectes tenen una taxa de fertilitat molt més gran que la dels mamífers, poden tenir descendències de milers d'individus. A més, els insectes arriben a la maduresa en qüestió de mesos, a diferència del bestiar convencional, que triga anys (Alexander *et al.*, 2017).
- Estudis recents demostren el potencial de la proteïna d'insecte quant a funcionalitat: solubilitat, gelificant, formació d'escumes i emulsionant (Queiroz *et al.*, 2023).
- Estudis recents mostren que la proteïna d'insecte pot ser tractada amb extrusió d'alta humitat per a obtenir estructures fibroses. La combinació de proteïna d'insecte amb proteïna de soja podria millorar molt el perfil proteic dels anàlegs carnis (Kiiru *et al.*, 2020).

Tot i aquests notables avantatges, el consum d'insectes primer haurà de superar alguns obstacles importants. A banda de l'aversion general del consumidor occidental, aquesta font d'aliment està considerada «nou aliment» (*novel food*) i, per tant, necessita el permís i l'autorització de l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (EFSA, de l'anglès European Food Safety Authority) per a comercialitzar-se. Cada espècie i cada presentació s'han de sotmetre a l'anàlisi de l'EFSA per assegurar-ne la seguretat alimentària abans d'arribar al mercat. A data d'avui, només quatre espècies estan permeses a Europa sota el Reglament (UE) 2015/2283: larves de *Tenebrio molitor* (cuc de la farina), *Locusta migratoria* (llagosta migratòria), *Acheta domesticus* (grill domèstic) i d'*Alphitobius diaperinus* (popularment conegut com escarabat dels fems). En general, les presentacions autoritzades són: congelats, dessecats i en pols (Ismail *et al.*, 2020).

Per aquestes raons, es tendeix a pensar que la proteïna d'insecte tindrà més pes en l'alimentació animal (pinso per al bestiar o per a l'aqüicultura) que en l'alimentació humana.

## MICROALGUES

Les microalgues són organismes unicel·lulars de mida microscòpica (2-200 µm) que habiten aigües dolces i salades. En general, són organismes fotoautòtrofs: obtenen l'energia de la llum (a través de la fotosíntesi) i es desenvolupen a partir de matèria inorgànica.

El consum humà de microalgues no és nou. La cultura xinesa i alguns indígenes fa segles que en consumeixen pel seu valor nutricional en temps de fam (Wang *et al.*, 2021). Tot i així, el cultiu intensiu no va començar fins la segona meitat de segle xx. Existeixen milers d'espècies de microalgues, tot i que són poques les que els humans han domesticat i cultivat. Els gèneres més comuns són *Chlorella* i *Spirulina*. Fins avui, el cultiu de microalgues ha sigut aplicat a diversos camps industrials, com la producció de biodièsel, el tractament d'aigües, la cosmètica i els suplementes alimentaris. Recentment, s'ha vist el potencial de les microalgues com a una prometedora font de proteïnes alternatives degut als avantatges mediamientals i nutricionals que tenen (Fu *et al.*, 2021).

Les microalgues es poden cultivar en grans piscines obertes o en reactors tancats. Requereixen llum, temperatures elevades i nutrients inorgànics per a créixer. La textura original de les microalgues és líquida, així que el primer pas és descartar tota l'aigua fins a obtenir una biomassa rica en proteïna. Posteriorment, s'asseca i es mol fins a l'obtenció d'una farina que es pot utilitzar directament per alimentació o a la qual es pot fer algun altre tipus de processament preliminar.

El cultiu de microalgues pot ser una bona estratègia per a pal·liar els efectes adversos sobre el medi ambient, ja que utilitzen les emissions humanes per al seu creixement: poden convertir CO<sub>2</sub> en macromolècules com proteïnes. Tenen un gran ritme de creixement, major que el de les plantes terrestres, i produeixen més proteïnes que altres cultius com la soja, els llegums o el blat (Caporgno *et al.*, 2020). A més, es poden adaptar a diverses condicions ambientals, cosa que fa que el cultiu de microalgues es pugui donar a sòls, aigües o climes que no serien aptes per als cultius vegetals tradicionals (Amorim *et al.*, 2021).

Les microalgues cultivades poden arribar a tenir quantitats de proteïna de fins al 40-60% del seu pes sec dependent de l'espècie i les condicions de cultiu (Wang *et al.*, 2021). A més, aquesta proteïna és d'un valor biològic similar a la caseïna de la llet i superior al de la soja, i té una alta funcionalitat per emulsionar i formar gels (Kurek *et al.*, 2022). Tanmateix, contenen lípids poliinsaturats omega 3, pèptids, polifenols antioxidants, minerals i vitamines. La *Chlorella* fins i tot conté vitamines D i B<sub>12</sub>, que estan absents en les proteïnes vegetals (Bakhsh *et al.*, 2023).

En general, les microalgues són ingredients prometedors pels anàlegs carnis degut al seu valor nutricional i a les seves eficaces ràtios de creixement (Fu *et al.*, 2021), i s'espera que el mercat de les microalgues es desenvolupi a bon ritme els propers anys (Wang *et al.*, 2021). Tot i així, el cultiu de microalgues per a l'alimentació humana encara està en una fase molt preliminar i primer s'hauran de resoldre diverses dificultats tecnològiques.

El cultiu de microalgues per a la producció industrial de biomassa és complex i encara està en desenvolupament si es compara amb l'agricultura convencional. Perquè el cultiu de microalgues sigui exitós, caldrà que els costos de producció siguin similars als dels cultius tradicionals. No obstant això, ara com ara, el cultiu de microalgues no s'ha estès industrialment i això fa que encara sigui econòmicament costós. Els alts costos de producció es deuen a la necessitat d'uns sistemes específics i complexos per a mantenir les cèl·lules de les microalgues a ple rendiment per a l'obtenció de biomassa. Val a dir que els costos també s'associen a l'alt consum d'energia necessari per al procés d'assecat i extracció de lípids de la biomassa.

Malgrat els avantatges nutricionals de les microalgues, estudis preliminars amb extrusió d'alta humitat demostren que la biomassa de les microalgues té una falta important de textura (Palanisamy *et al.* 2019) i sembla que seria necessària la seva barreja amb proteïnes vegetals, com la soja, per a aconseguir una bona texturització (Grahl *et al.* 2018). A més, diverses espècies de microalgues posseeixen gust marí i un potent color verd fosc, fet que en dificulta l'ús com a ingredient alimentari (Becker, 2007). Algunes solucions que s'estan investigant són: fer el cultiu a les fosques (per tal que la clorofil·la es desenvolupi menys, cosa que també atenuaria el sabor tan fort) o realitzar un procés de purificació final més potent.

## SITUACIÓ ACTUAL I PERSPECTIVES DE FUTUR

L'interès per les proteïnes alternatives i els anàlegs carnis està augmentant ràpidament els darrers anys en un fenomen que es coneix com a «transició proteica». Així ho demostren el creixent nombre de notícies, congressos, estudis, *start-ups* i inversions en aquest camp. El principal mercat dels anàlegs carnis ha estat Europa, que el 2019 va presentar la EU Protein Strategy, on s'encoratjava l'ús de proteïnes alternatives. Cal destacar que, contràriament al que es pensa, l'augment del consum d'anàlegs carnis no és atribuïble exclusivament a la població que segueix una alimentació vegetariana o vegana, sinó que respon principalment als consumidors omnívors que volen disminuir el consum de productes de base animal perquè són coneixedors dels seus inconvenients. Actualment, la presència d'anàlegs carnis al mercat és àmplia, tot i que s'ha focalitzat principalment en productes *plant-based*, amb una mínima presència de productes a partir de micoproteïnes, i encara una nul·la presència de carn cultivada, insectes i microalgues. Tal com s'ha vist, les cinc fonts de proteïnes alternatives tenen uns

avantatges i uns inconvenients (vegeu la taula 2) que poden explicar el seu desigual avenç.

El futur dels anàlegs carnis al mercat és òbviament incert, però nombroses consultories internacionals estan duent a terme interessants previsions per als propers anys:

- **Barclays:** el 2029 el 10 % del mercat global de la carn estarà cobert per anàlegs carnis.
- **Mordor Intelligence:** entre 2016 i 2029 hi haurà un creixement mitjà del 10,85 % dels anàlegs carnis.
- **Kearney:** el 2040 només el 40 % del mercat carni mundial serà atribuït a la carn tradicional, mentre que la carn cultivada coparà el 35 % i els *plant-based* el 25 % (vegeu la figura 1).

No obstant això, actualment comencen a aparèixer estudis que es distancien de les excessivament optimistes previsions i que postulen que les proteïnes alternatives no reduiran el consum carni, que calen altres mesures (Siegrist i Hartmann, 2023). Així, tot i els coneguts beneficis de salut i ambientals, canviar les preferències del

Taula 2. Resum dels avantatges i inconvenients actuals de les cinc fonts de proteïna alternativa

	AVANTATGES	INCONVENIENTS
PLANT-BASED	Àmplia implementació al mercat	Ús comú d'al·lèrgens (soja, gluten)
	Acceptació per part del consumidor	Llarga llista d'ingredients i additius (es comencen a percebre com a aliments ultraprocessats)
	L'extrudit de proteïnes vegetals dona força bons resultats de fibrositat	La proteïna texturitzada pot donar gustos no agradables
CARN CULTIVADA	Obtenció de cèl·lules musculars i grasses idèntiques a les animals	Necessitat d'instal·lacions sofisticades i de coneixements profunds de biotecnologia
	Mateix perfil nutricional i sensorial que la carn	Barreres reguladores per part de l'Administració
	El consumidor no ha de renunciar a menjar «carn»	Preu molt elevat
MICOPROTEÏNES	Sabors i colors molt neutres	Desconfiança per part del consumidor
	Aporten una fibrositat molt semblant a la càrnia	Escassa disponibilitat al mercat
		Necessitat d'instal·lacions i equips costosos que requereixen força espai i un alt consum energètic
INSECTES	Font proteica d'alta qualitat	Llarga llista d'ingredients i additius
	Alta taxa de fertilitat, creixement i conversió en proteïnes	Baixa acceptació del consumidor pel xoc cultural
		Barreres reguladores per part de l'Administració
MICROALGUES	Continguts de proteïna entre 40-60 % del pes sec	S'ha d'estudiar l'al·lergicitat
	Contenen interessants components des del punt de vista nutricional (omega 3, minerals i vitamines)	No aptes per a vegetarians i vegans
	Major rendibilitat i ràtio de creixement que els cultius tradicionals (soja, llegums o blat)	Els texturitzats manquen de fibrositat
		Pot deixar colors verdosos i gustos marins
		Encara no està industrialitzada, cosa que fa que encara sigui cara

Font: Elaboració pròpia.

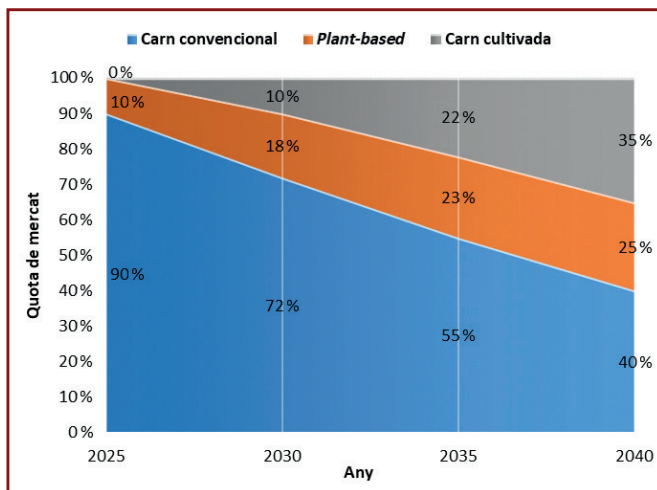


Figura 1. Previsions del repartiment de la quota de mercat de la carn convencional, els productes *plant-based* i la carn cultivada a través dels anys.

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de l'informe *How will cultured meat and meat alternatives disrupt the agricultural and food industry?*, del 2019, de la consultoria AT Kearney (vegeu <https://www. Kearney.com/documents/291362523/291366549/How+Will+Cultured+Meat+and+Meat+Alternatives+Disrupt+the+Agricultural+and+Food+Industry.pdf?t=1559860712714>).

consumidor cap a una dieta baixa en carn és complicat per les seves associacions culturals i socials. Tot i que hi ha evidències de l'increment de dietes amb reducció de carn als països occidentals, en termes globals, el consum mitjà *per capita* de productes carnis segueix augmentant any rere any (Alexander *et al.*, 2017).

En termes generals, alguns dels factors limitants dels anàlegs carnis seran:

- **Neofòbia:** l'acceptació per part del consumidor de productes nous que no coneix serà el principal escull per a l'avenç dels anàlegs carnis.
- **Nomenclatura:** la discussió sobre com anomenar aquests productes també marcarà el destí dels anàlegs carnis. Així, països veïns com França i Itàlia han presentat recentment esmenes per a prohibir els usos de les nomenclatures càrnies per aquesta categoria de productes.
- **Formats de presentació:** actualment només podem trobar anàlegs carnis en formats de «picats». D'aquesta manera, la categoria seria molt limitada i no abastaria el mercat de les peces senceres.
- **Categoria dels productes:** si es segueix la tendència actual (processos, ingredients i additius), els anàlegs carnis cauran en la categoria dels aliments ultraprocesats, la qual cosa pot deixar-los amb una molt baixa quota de mercat.

- **Preu:** si els anàlegs carnis volen triomfar al lineal del supermercat, hauran d'aconseguir oferir el mateix preu, o fins i tot inferior, que els productes carnis tradicionals.

D'aquesta manera, semblaria que el progrés dels anàlegs carnis seguiria el típic esquema de sobreexpectació de les tecnologies emergents (vegeu la figura 2). Els primers anys de vida (2010-2020) hi ha una pujada ràpida i desmesurada de les expectatives. Seguidament hi ha una etapa (2020-2025) de rebaixament de les esperances, la qual es veu especialment accentuada per la situació global del món (pandèmia covid, guerra Rússia-Ucraïna, augment del preu de les matèries primeres i l'energia, que culminen en una forta inflació). La propera fase (2025-2040) hauria de consistir en un creixement més estable, madur i realista, que donaria pas a una nova categoria d'aliments ben consolidada i posicionada al mercat.

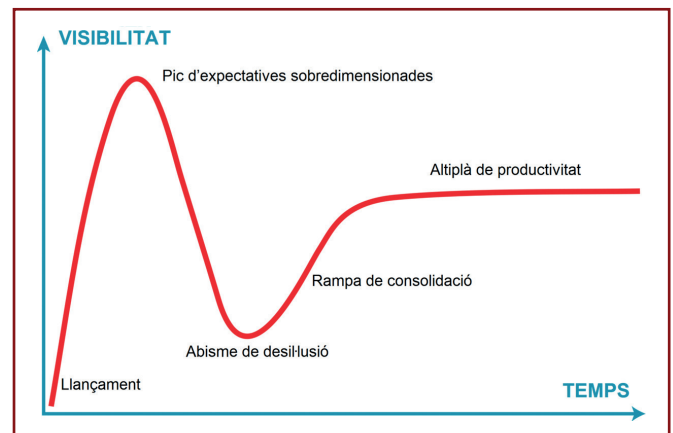


Figura 2. Cicle de sobreexpectació (Gartner hype cycle). Font: [https://ca.wikipedia.org/wiki/Cicle\\_de\\_sobreexpectació](https://ca.wikipedia.org/wiki/Cicle_de_sobreexpectació).

## BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER, P.; BROWN, C.; ARNETH, A.; DIAS, C.; FINNIGAN, J.; MORAN, D.; ROUNSEVELL, M. (2017). «Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agricultural land use?». *Global Food Security* [en línia], 15, p. 22-32. <<https://doi.org/Doi:10.1016/j.gfs.2017.04.001>>.
- AMORIM, M. L.; SOARES, J.; COIMBRA, J. S. DOS R.; LEITE, M. DE O.; ALBINO, L. F. T.; MARTINS, M. A. (2021). «Microalgae proteins: Production, separation, isolation, quantification, and application in food and feed». *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [en línia], 61 (12), p. 1976-2002. <<https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1768046>>.
- BAKSH, A.; PARK, J.; BARITUGO, K. A.; KIM, B.; SIL MOON, S.; RAHMAN A.; PARK S. (2023). «A holistic approach toward development of plant-based meat alternatives through incorporation of novel microalgae-based ingredients». *Frontiers in Nutrition* [en línia], 10, article 1110613. <<https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1110613>>.
- BECKER, E. W. (2007). «Micro-algae as a source of protein». *Biotechnology Advances* [en línia], 25 (2), p. 207-210. <<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2006.11.002>>.
- BOHRER, B. M. (2019). «An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products». *Food Science and Human Wellness* [en línia], 8 (4), p. 320-329. <<https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.11.006>>.

- BOUKID, F. (2021). «Plant-based meat analogues: from niche to mainstream». *European Food Research and Technology* [en línia], 247, p. 297-308. <<https://doi.org/10.1007/s00217-020-03630-9>>.
- CAPORGNO, M. P.; BÖCKER, L.; MÜSSNER, C.; STIRNEMANN, E.; HABERKORN, I.; ADELMANN, H.; HANDSCHIN, S.; WINDHAB, E. J.; MATHYS, A. (2020). «Extruded meat analogues based on yellow, heterotrophically cultivated *Auxenochlorella protothecoides* microalgae». *Innovative Food Science & Emerging Technologies* [en línia], 59, article 102275. <<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102275>>.
- CARTER, M.; COHEN, M.; EASTHAM, L.; GERTNER, D.; IGNASZEWSKI, E.; LEMAN, A.; MURRAY, S.; O'DONNELL, M.; PIERCE, B.; VOSS, S. (2023). *2022 State of the industry report. Fermentation: Meat, seafood, eggs, and dairy* [en línia]. Washington: The Good Food Institute. <<https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Fermentation-State-of-the-Industry-Report-1.pdf>> [Consulta: 23 octubre 2023].
- CORTÉS, C.; CUBERO, N.; GÓMEZ, L.; MONFERRER, A. (2023). *Modificando la textura de los alimentos. Manual de uso de los hidrocoloides*. 2a ed. Madrid: Díaz de Santos.
- ELZERMAN, J. E.; HOEK, A. C.; BOEKEL, M. A. J. S. van; LUNING, P. A. (2011). «Consumer acceptance and appropriateness of meat substitutes in a meal context». *Food Quality and Preference* [en línia], 22 (3), p. 233-240. <<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.10.006>>.
- FIDDER, L.; GRAÇA, J. (2023). «Aligning cultivated meat with conventional meat consumption practices increases expected tastefulness, naturalness, and familiarity». *Food Quality and Preference* [en línia], 109 (1), article 104911. <<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.104911>>.
- FONT-I-FURNOLS, M.; GUERRERO, L. (2014). «Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview». *Meat Science* [en línia], 98 (3), p. 361-371. <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025>>.
- FU, Y.; CHEN, T.; CHEN, S. H. Y.; LIU, B.; SUN, P.; SUN, H.; CHEN, F. (2021). «The potentials and challenges of using microalgae as an ingredient to produce meat analogues». *Trends in Food Science and Technology* [en línia], 112, p. 188-200. <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.050>>.
- GRAHL, S.; PALANISAMY, M.; STRACK, M.; MEIER-DINKEL, L.; TOEPFL, S.; MORLEIN, D. (2018). «Towards more sustainable meat alternatives: How technical parameters affect the sensory properties of extrusion products derived from soy and algae». *Journal of Cleaner Production* [en línia], 198, p. 962-971. <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.041>>.
- HASHEMPOUR-BALTORK, F.; JANNAT, B.; DADGARNEJAD, M.; MIRZA ALIZADEH, A.; KHOSRAVI-DARANI, K.; HOSSEINI, H. (2023). «Mycoprotein as chicken meat substitute in nugget formulation: Physicochemical and sensorial characterization». *Food Science & Nutrition* [en línia], 11 (7), p. 4289-4295. <<https://doi.org/10.1002/fsn3.3354>>.
- HASHEMPOUR-BALTORK, F.; KHOSRAVI-DARANI, K.; HOSSEINI, H.; FARSHI, P.; REIHANI, S. F. S. (2020). «Mycoproteins as safe meat substitutes». *Journal of Cleaner Production* [en línia], 253, article 119958. <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.119958>>.
- ISHAQ, A.; IRFAN, S.; SAMEEN, A.; KHALID, N. (2022). «Plant-based meat analogues: a review with reference to formulation and gastrointestinal fate». *Current Research in Food Science* [en línia], 5, p. 973-983. <<https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.06.001>>.
- ISMAIL, I.; HWANG, Y.-H.; JOO, S.-T. (2020). «Meat analog as future food: A review». *Journal of Animal Science and Technology* [en línia], 62 (2), p. 111-120. <<https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.2.111>>.
- KIIRU, S. M.; KINYURU, J. N.; KIAGE, B. N.; MARTIN, A.; MAREL, A. K.; OSEN, R. (2020). «Extrusion texturization of cricket flour and soy protein isolate: Influence of insect content, extrusion temperature, and moisture-level variation on textural properties». *Food Science & Nutrition* [en línia], 8 (8), p. 4112-4120. <<https://doi.org/10.1002/fsn3.1700>>.
- KOŁODZIEJCZAK, K.; ONOPIUK, A.; SZPICER, A.; POLTORAK, A. (2022). «Meat analogues in the perspective of recent scientific research: A review». *Foods* [en línia], 11 (1), article 105. <<https://doi.org/10.3390/foods11010105>>.
- KUREK, M. A.; ONOPIUK, A.; POGORZELSKA-NOWICKA, E.; SZPICER, A.; ZALEWSKA, M.; PÓLTORAK, A. (2022). «Novel protein sources for applications in meat-alternative products - Insight and challenges». *Foods* [en línia], 11 (7), article 957. <<https://doi.org/10.3390/foods11070957>>.
- LEE, D.-K.; KIM, M.; JEONG, J.; LEE, Y.-S.; YOON, J. W.; AN, M.-J.; JUNG, H. Y.; KIM, C. H.; AHN, Y.; CHOI, K.-H.; JO, C.; LEE, C.-K. (2023). «Unlocking the potential of stem cells: Their crucial role in the production of cultivated meat». *Current Research in Food Science* [en línia], 7, article 100551. <<https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100551>>.
- LEE, H. J.; YONG, H. I.; KIM, M.; CHOI, Y.-S.; JO, C. (2020). «Status of meat alternatives and their potential role in the future meat market - a review». *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* [en línia], 33 (10), p. 1533-1543. <<https://doi.org/10.5713/ajas.20.0419>>.
- MATAS, G.; GOU, P. (2022). «Análogos cárnicos: extrusionados con baja y alta humedad». *Eurocarne* [Madrid], 305, p. 47-52.
- MCAFFEE, A. J.; MCSORLEY, E. M.; CUSKELLY, G. J.; MOSS, B. W.; WALLACE, J. M. W.; BONHAM, M. P.; FEARON, A. M. (2010). «Red meat consumption: An overview of the risks and benefits». *Meat Science* [en línia], 84 (1), p. 1-13. <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.08.029>>.
- MIRON, L.; MONTEVECCHI, G.; MACAVEI, L. I.; MAISTRELLO, L.; ANTONELLI, A.; THOMAS, M. (2023). «Effect of black soldier fly larvae protein on the texture of meat analogues». *LWT - Food Science and Technology* [en línia], 181, article 114745. <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114745>>.
- PALANISAMY, M.; TÖPFL, S.; BERGER, R. G.; HERTEL, C. (2019). «Physicochemical and nutritional properties of meat analogues based on *Spirulina*/lupin protein mixtures». *European Food Research and Technology* [en línia], 245 (9), p. 1889-1898. <<https://doi.org/10.1007/s00217-019-03298-w>>.
- PEREIRA, P. M. DE C. C.; VICENTE, A. F. DOS R. B. (2013). «Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet». *Meat Science* [en línia], 93 (3), p. 586-592. <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.09.018>>.
- QUEIROZ, L. S.; SILVA, N. F. N.; JESSEN, F.; MOHAMMADIFAR, M. A.; STEPHANI, R.; CARVALHO, A. F. DE; PERRONE, Í. T.; CASANOVA, F. (2023). «Edible insect as an alternative protein source: a review on the chemistry and functionalities of proteins under different processing methods». *Heliyon* [en línia], 9 (4), article e14831. <<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14831>>.
- SIEGRIST, M.; HARTMANN, C. (2023). «Why alternative proteins will not disrupt the meat industry». *Meat Science* [en línia], 203, article 109223. <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109223>>.
- SINGH, A.; SIT, N. (2022). «Meat analogues: Types, methods of production and their effect on attributes of developed meat analogues». *Food and Bioprocess Technology* [en línia], 15 (12), p. 2664-2682. <<https://doi.org/10.1007/s11947-022-02859-4>>.
- VAUTERIN, A.; STEINER, B.; SILLMAN, J.; KAHILUOTO, H. (2021). «The potential of insect protein to reduce food-based carbon footprints in Europe: The case of broiler meat production». *Journal of Cleaner Production* [en línia], 320, article 128799. <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128799>>.
- WANG, J.; ZHANG, J.; WANG, S.; LIU, W.; JING, W.; YU, H. (2023). «Isolation and extraction of monomers from insoluble dietary fiber». *Foods* [en línia], 12 (13), article 2473. <<https://doi.org/10.3390/foods12132473>>.
- WANG, Y.; TIBBETTS, S. M.; MCGINN, P. J. (2021). «Microalgae as sources of high-quality protein for human food and protein supplements». *Foods* [en línia], 10, article 3002. <<https://doi.org/10.3390/foods10123002>>.
- WIKANDARI, R.; TANUGRAHA, D. R.; YASTANTO, A. J.; MANIKHARDA; GMO-SER, R.; TEIXEIRA, J. A. (2023). «Development of meat substitutes from filamentous fungi cultivated on residual water of tempeh factories». *Molecules* [en línia], 28 (3), article 997. <<https://doi.org/10.3390/molecules28030997>>.
- ZAHARI, I.; ÖSTBRING, K.; PURHAGEN, J. K.; RAYNER, M. (2022). «Plant-based meat analogues from alternative protein: a systematic literature review». *Foods* [en línia], 11 (18), article 2870. <<https://doi.org/10.3390/foods11182870>>.
- ZENG, B.; NILSSON, K.; TEIXEIRA, P. G.; BERGENSTÄHL, B. (2023). «Study of mycoprotein extraction methods and its functional properties». *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* [en línia], 659, article 130800. <<https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2022.130800>>.
- ZHOU, G.; DING, S.; XU, X. (2020). «Progress and challenges in cultured meat». *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology* [en línia], 20 (5), p. 1-11. <<https://doi.org/10.16429/j.1009-7848.2020.05.001>>.

# Els joves investigadors de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació

## *Young researchers of the Catalan Association of Food Sciences*



### **MONTSERRAT RIVERO I URGELL**

Doctora en farmàcia. Presidenta de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (ACCA). Directora del Centre d'Estudis dels Bancs d'Aliments Catalans. Membre numerària de la Reial Acadèmia de Farmàcia de Catalunya.

**RESUM:** Aquest article pretén donar a conèixer tant el vessant personal com professional dels socis més joves de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (ACCA), per tal d'afavorir la creació de nous projectes de recerca i el suport professional dels experts de l'Institut d'Estudis Catalans (IEC), i col·laborar així a engrandir els coneixements i la recerca de les ciències de l'alimentació per al futur del nostre país.

**ABSTRACT:** *This article seeks to present a personal and professional profile of the youngest members of the Catalan Association of Food Sciences (ACCA, from the Catalan) in order to enhance the development of new research projects and of projects fostering the professional support of the experts of the Institut d'Estudis Catalans (Institute of Catalan Studies, IEC) with the aim of fostering a collaboration that will help to further knowledge and research in the food sciences to the benefit of Catalonia's future.*

**PARAULES CLAU:** joves, alimentació, catalans, Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació.

**KEYWORDS:** *young people, food, Catalans, Catalan Association of Food Sciences (ACCA).*

Com tots sabeu, la revista TECA: TECNOLOGIA I CIÈNCIA DELS ALIMENTS que esteu llegint és una publicació gratuïta per als socis que té com a propòsit fomentar la relació entre els associats de l'ACCA i promoure l'intercanvi de coneixements.

Els articles científics originals formen una part important de la revista, també les revisions de molts temes d'actualitat, relacionats amb l'alimentació, així com la publicació dels premis anuals de l'ACCA, lliurats en la Diada de Sant Jordi a l'IEC.

En els volums anteriors de la revista, concretament en el 20 i el 21, trobareu articles sobre dones científiques pio-

neres, tant internacionals com catalanes, en els quals es van presentar dones sòcies de l'ACCA que ens expliquen la seva activitat al voltant de l'alimentació, la majoria d'elles innovadores en diversos àmbits socials i professionals.

Amb aquest article vull seguir fent que els socis de l'ACCA es coneguin millor, en aquest cas presentant-vos alguns del nostres associats més joves. Estem convençuts que serà un agradable descobriment per a molts de vosaltres i és un orgull poder comptar amb persones que, en els seus primers anys de professió, formen part de l'ACCA. En aquest article ens expliquen la seva formació en diversos camps de l'alimentació i on són en aquest mo-



ment; també ens parlen de les seves aspiracions i il·lusions de futur, que volen compartir amb els actuals socis de l'ACCA.

Segur que us interessarà i, fins i tot, fomentarà les relacions i contactes personals. Possiblement sortiran nous projectes comuns i segurament també alguns acompanyaments professionals entre els socis més sèniors i els més joves. Aquests darrers valoraran conèixer les experiències i els consells que sens dubte podran aprofitar. Us animo a tots a sumar-vos a aquestes relacions personals i professionals.

Faré la presentació del socis joves per ordre alfabètic per facilitar l'ordenació sense cap altre criteri. Clarament, en aquest primer article no hi són tots, però si té l'èxit esperat, comptarà amb futures edicions.

## ORIOI COMAS-BASTÉ



**Doctor en alimentació i nutrició i graduat en farmàcia i en ciència i tecnologia dels aliments.**

**Nascut a Blanes (la Selva) el 9 de febrer de 1990.**

L'Oriol és soci de la nostra associació des de l'abril de 2018, quan va rebre el Premi de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (per a estudiants) en la LXXXVII convocatòria de Premis Sant Jordi de l'IEC (guardó actualment conegut com a Premi M. del Carmen de la Torre Boronat). Aquest va ser el seu primer contacte amb l'ACCA i, des de llavors, ha participat activament en les activitats i governança de l'Associació (des de 2021, és membre de la Junta Directiva).

És doctor en alimentació i nutrició per la Universitat de Barcelona (UB) i graduat en farmàcia i en ciència i tecnologia dels aliments per aquesta mateixa universitat. A més, ha cursat un Màster Experimental en Ciències Farmacèutiques, especialitzat en Nutrició i Ciències dels Aliments, i el Màster en Docència Universitària per a Professorat Novell impartit per l'Institut de Desenvolupament Professional de la UB per tal de complementar la seva formació en competències docents. En el marc dels estudis de grau va fer una estada al College of Pharmacy de la Universitat de Florida (Gainesville, EUA) i, recentment, ha fet una estada postdoctoral al Departament de

Ciències Agràries i dels Aliments (DISTAL) de l'Alma Mater Studiorum Universitat de Bolonya (Itàlia).

L'any 2015 va iniciar la seva carrera investigadora gràcies a una beca competitiva de personal investigador en formació que li va permetre realitzar els estudis de doctorat en el grup de recerca consolidat Compostos Bioactius dels Aliments del Departament de Nutrició, Ciències de l'Alimentació i Gastronomia de la UB. Des de l'any 2020, és professor associat i investigador postdoctoral del Campus de l'Alimentació de la UB.

La seva principal línia de recerca se centra en l'estudi de la intolerància a la histamina i, específicament, en el desenvolupament de noves estratègies per al diagnòstic i la gestió dietètica d'aquesta intolerància alimentària. Juntament amb altres membres del grup de recerca al qual pertany, han efectuat estudis pioners sobre la implicació de la microbiota intestinal en l'etiopatologia de la intolerància a la histamina, així com en el desenvolupament d'estudis clínics d'intervenció per avaluar l'eficàcia dels tractaments dietètics de la intolerància a la histamina amb l'objectiu de millorar la qualitat de vida de les persones intolerants. També ha participat en altres línies de recerca enfocades, per exemple, en l'estudi de l'impacte de la ingesta de poliamines per a la salut humana o la revaloració de subproductes de la indústria alimentària per a millorar la qualitat i seguretat d'aliments fermentats.

Pel que fa a la producció científica, és autor de vint-i-sis articles científics en revistes indexades i quatre capítols de llibre. Fins al moment, ha participat en dotze projectes de recerca competitiu i en deu contractes/convenis de transferència de coneixement i tecnologia entre la universitat i empreses o l'Administració pública. És coautor de més de vuitanta contribucions a congressos i conferències científiques nacionals i internacionals i ha rebut sis premis que reconeixen la qualitat de les seves comunicacions científiques. A més, ha estat membre del Comitè Organitzador de deu trobades científiques, entre les quals destaca el seu lideratge en l'organització del IV Congrés Nacional de Ciència i Tecnologia dels Aliments Junior, celebrat aquest mes d'abril de 2024 al Campus de l'Alimentació de la UB.

En l'àmbit docent, imparteix docència tant teòrica com pràctica en programes oficials de grau i postgrau de la UB, específicament en els graus de ciència i tecnologia dels aliments i de nutrició humana i dietètica, així com en el Màster de Seguretat Alimentària i el Màster en Nutrició i Metabolisme. Des del curs 2023-2024, és cocoordinador del mòdul «The Food-Health-Environment Nexus»

del Màster en Reptes Globals per a la Sostenibilitat, un màster internacional desenvolupat per l'aliança universitària europea CHARM-EU i cofinançat pel Programa Erasmus+.

Des de finals de 2022, és un dels coordinadors del projecte de divulgació científica «Alimenta't amb ciència» (vegeu <https://www.alimentatambciencia.cat>), una iniciativa conjunta de la UB i la UAB per combatre la propagació de notícies falses i la desinformació en l'àmbit de les ciències de l'alimentació. És president de l'Associació Catalana de Científics i Tecnòlegs dels Aliments des de 2018 i membre del Claustre de Doctors de la Universitat de Barcelona, de l'Institut de Recerca en Nutrició i Seguretat Alimentària (INSA-UB), de la Societat Espanyola de Seguretat i Qualitat Alimentàries (SESAL) i de la Societat Espanyola de Nutrició (SEÑ).

Com a soci i membre de la Junta Directiva de l'ACCA, l'Oriol participa activament en les activitats de l'Associació, així com en el dia a dia de la Comissió de Recerca i Premis i de la Comissió de Joves (de creació recent). Va ser un dels organitzadors de la Jornada de l'ACCA 2023, celebrada el 12 de desembre de 2023 amb el títol «Notícies falses i desinformació en l'àmbit de les ciències de l'alimentació: una mirada multidisciplinària a un problema complex», i ha col·laborat en diverses ocasions amb la revista TECA mitjançant articles científics i ressenyes.

## MARC LIESA ROIG



**Doctor en biomedicina i llicenciat en bioquímica.**

**Nascut a Barcelona el 22 de març de 1981.**

Vaig estudiar bioquímica a la Universitat de Barcelona, on també em vaig doctorar en el programa de biomedicina. Vaig escollir aquesta professió perquè he tingut interès, des de jove, a entendre què falla en una malaltia.

La presidenta Montserrat Rivero em va presentar l'ACCA. En aquell moment, només coneixia la Societat Catalana de Biologia de l'IEC i participava en la xarxa de Metabolisme MetNet, cosa que encara faig. Em vaig fer soci el 2023, he participat a la primera assemblea de socis i formo part de la Comissió de Joves (els quaranta són els nous vint).

Fins fa poc era professor titular a la Universitat de Califòrnia a Los Angeles, on dirigia un grup d'investigació. Actualment, treballo a l'Institut de Biologia Molecular de Barcelona, del Consell Superior d'Investigacions Científiques.

En el grup d'investigació que dirigeixo, estem intentant entendre com canvia i s'adapta la funció mitocondrial en malalties metabòliques i en canvis nutricionals. També estem intentant entendre els efectes nocius que poden tenir alguns antioxidants, per predir quins poden tenir efectes no desitjats.

He publicat noranta-quatre articles en revistes internacionals, la majoria han estat contribucions originals de recerca bàsica en funció mitocondrial i metabolisme. Els meus articles acumulen més de tretze mil cites amb un índex h de 46 i formo part de la llista del 2% de científics més citats del món feta per la Universitat de Stanford.

A través de l'ACCA, espero entendre quina recerca bàsica es fa en nutrició a Catalunya i si hi ha interacció amb científics bàsics com jo.

## LAURA NOCITO LABAD



**Doctora en biomedicina i llicenciada en farmàcia.**

**Nascuda a Barcelona el 5 d'octubre de 1981.**

Soc llicenciada en farmàcia per la Universitat de Barcelona i després em vaig doctorar sota la direcció del doctor Joan J. Guinovart, l'any 2011, seguint el programa de biomedicina.

Sempre m'han interessat les ciències de la vida, entendre com funciona el cos humà, què falla durant la malaltia i la recerca que hi ha darrere els fàrmacs. En acabar el doctorat, vaig seguir fent recerca amb un postdoctorat als Estats Units, estudiant el metabolisme del fetge i malalties metabòliques.

Després d'uns anys fent recerca en acadèmia, durant els quals vaig ser autora de diverses publicacions en revistes científiques de renom internacional, vaig dirigir la meua carrera professional cap al sector biotecnològic i farmacèutic, a Boston primer i a Los Angeles després. Inicialment em vaig centrar en aspectes regulatoris de projectes

translacional, concretament a portar teràpies amb cèl·lules mare des del laboratori fins a assajos clínics a través de la preparació Investigational New Drug (IND) Applications per a presentar-los a la Food and Drug Administration (FDA). Després d'iniciar amb èxit dos assajos clínics, vaig començar a treballar com a *senior project manager* per a una multinacional biotecnològica/farmacèutica americana, on encara treballo en l'actualitat.

La meua feina consisteix a planificar i coordinar la preparació de documents necessaris perquè els pacients tinguin accés a noves teràpies, com per exemple, el Global Value Dossier (GVD), document intern d'una companyia que serveix per a unificar tota la informació referent a un fàrmac i que els equips d'accés al mercat el puguin fer servir quan sol·liciten aprovació per a entrar a un mercat local, o bé el Joint Clinical Assessment (EU JCA), dossier europeu que caldrà presentar a les agències avaluadores a partir del 2025 per tal que un nou fàrmac pugui entrar al mercat en un país de la Unió Europea.

Vaig conèixer l'ACCA a través de la seva presidenta, la doctora Montserrat Rivero, i en soc membre des del 2023. Des de llavors, he assistit a xerrades tant presencials com en línia, així com a l'assemblea de socis celebrada el març del 2024.

El que més m'interessa de l'ACCA és la part de divulgació de coneixements científics en relació amb la nutrició i com afecta la salut humana. M'interessaria formar part de la Comissió de Joves de l'ACCA i conèixer els perfils dels altres integrants.

Crec que als qui ens hem incorporat més recentment a l'ACCA ens beneficiaria entendre els objectius de l'Associació a mitjà i llarg termini. Això ens ajudaria a plantejar idees noves per a continuar millorant-la i a portar-les a terme de manera organitzada i eficient.

## CAROLINA RIPOLLÉS ÀVILA



Doctora en ciència dels aliments i graduada en ciència i tecnologia dels aliments.

Nascuda a Barcelona el 17 de setembre de 1992.

És graduada en ciència i tecnologia dels aliments (CTA) per la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). Màster en Seguretat Alimentària i Salut Pública per la Uni-

versitat Heriot-Watt, ha obtingut el premi Young Researcher Award per la tesina de màster relacionada amb l'activació de nanopartícules d'òxid de titani com a agent per a l'eliminació de patògens alimentaris. Va fer la tesi doctoral en el Departament de Ciència Animal i dels Aliments (Facultat de Veterinària, UAB) entre els anys 2015-2018 i es va centrar en la innocuïtat alimentària, en concret, dins la línia de recerca sobre control de neteja i desinfecció de les superfícies. La seva tesi doctoral, *Supervivència de Listeria monocytogenes sobre superfícies de contacte amb aliments: un abordatge multidisciplinari d'un problema complex*, va obtenir el Premi Extraordinari de Doctorat per la UAB.

Durant aquell període va exercir de professora associada a la UAB, on va participar amb més de nou-cents hores de docència en diferents assignatures, totes relacionades amb l'Àrea de Nutrició i Bromatologia. A més, ha estat convidada a impartir conferències, *workshops*, seminaris web i cursos específics, el que mostra l'interès per transmetre resultats d'investigació a la comunitat científica i a la societat. A principis de 2021 va obtenir el primer premi en el concurs EFSA Hackathon: «fake-news detection» pel desenvolupament d'una eina per a la detecció de notícies falses utilitzant intel·ligència artificial.

Actualment és lectora Serra Hünter en el Departament de Ciència Animal i dels Aliments de la Facultat de Veterinària (UAB). Com a docent, imparteix assignatures relacionades amb l'Àrea de Nutrició i Bromatologia als graus de CTA, veterinària, microbiologia i direcció hotelera, així com també al Màster Universitari en Qualitat d'Aliments d'Origen Animal (UAB), Màster Oficial en Zoonosi i Una Sola Salut (UAB) i al Màster Interuniversitari de Seguretat Alimentària (UB-UAB-Universitat Pompeu Fabra). La seva línia de recerca principal és el control de patògens a la indústria alimentària, específicament la detecció i l'eliminació de biofilms. Durant els últims anys, s'està centrant en la caracterització de la resistència *Listeria monocytogenes* a antimicrobians.

És coautora de trenta-cinc articles científics, dos capítols de llibre i diferents articles de divulgació. Ha participat en vuit projectes de recerca i ha estat investigadora principal en dos projectes públics competitius de recerca i en un projecte de divulgació científica («Alimenta't amb ciència»).

És secretària de l'Associació Catalana de Científics i Tecnòlegs dels Aliments, vocal de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (ACCA) i membre de la Societat Espanyola de Seguretat i Qualitat Alimentàries (SESAL).

## SÒNIA SÁNCHEZ PÉREZ



**Doctora en alimentació i nutrició i diplomada en nutrició humana i dietètica.**

**Nascuda a Barcelona el 7 d'abril de 1990.**

Vaig conèixer l'ACCA a través de l'Oriol Comas, que és membre de la Junta Directiva, i en soc sòcia des de l'any 2022.

Vaig estudiar nutrició humana i dietètica a la Universitat de Barcelona (UB), seguidament vaig realitzar el Màster Interuniversitari de Nutrició i Metabolisme i, posteriorment, el Màster Interuniversitari en Seguretat Alimentària. Actualment, estic cursant el Màster de Docència Universitària per a Professorat Novell (UB).

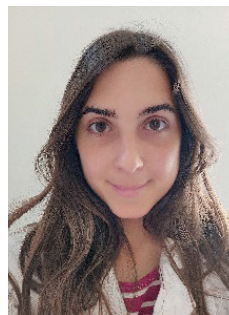
Pel que fa a les meves tasques com a investigadora, vaig fer el doctorat en alimentació i nutrició en el grup d'Amines i Poliamines Bioactives dels Aliments del Departament de Nutrició, Ciències de l'Alimentació i Gastronomia del Campus de l'Alimentació (UB). Actualment, soc investigadora postdoctoral Juan de la Cierva en el grup de Risc Cardiovascular, Nutrició i Envel·liment situat a l'Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer (IDIBAPS), Fundació de Recerca Clínic Barcelona.

La línia d'investigació de la meva tesi doctoral i en la qual segueixo treballant se centra a aprofundir en la investigació sobre la intolerància a la histamina. Durant la tesi doctoral, vaig tenir l'oportunitat, entre d'altres coses, d'estudiar i caracteritzar la microbiota intestinal de pacients amb intolerància a la histamina. Existeixen molt pocs estudis publicats sobre aquesta temàtica i la recerca que vaig poder dur a terme en el grup d'Amines i Poliamines Bioactives dels Aliments ha permès poder sumar-hi evidència. Actualment, estic involucrada en dos estudis clínics, un conjuntament amb aquest mateix grup d'investigació, sobre l'eficàcia del seguiment d'una dieta baixa en histamina i la suplementació amb enzim diamino-oxidasa en la millora de la simptomatologia associada a aquesta intolerància i, l'altre, dirigit també pel grup d'Amines i Poliamines Bioactives dels Aliments en col·laboració amb diferents hospitals de la província de Barcelona, centrat en la validació de diferents mètodes diagnòstics per a la intolerància a la histamina. De tota la recerca feta al llarg del doctorat, n'he escrit vuit articles científics publicats en revistes indexades i dos capítols

de llibre. També, soc coautora de més de cinquanta contribucions a congressos i/o conferències científiques de caràcter nacional i internacional.

A més, col·laboro en tasques docents en el Departament de Nutrició, Ciències de l'Alimentació i Gastronomia, al Campus de l'Alimentació (UB). Durant el doctorat, vaig començar a impartir classes en el grau de nutrició humana i dietètica i en el grau de ciència i tecnologia dels aliments. Avui dia, segueixo col·laborant en aquests mateixos graus, però també he començat a impartir docència en el grau de ciències culinàries i gastronòmiques (UB). A part, dono classes més divulgatives a la Universitat de l'Experiència (UdE), programa universitari coordinat per la UB per a persones de més de cinquanta-cinc anys.

## BERTA TORRES COBOS



**Doctoranda en alimentació i nutrició i graduada en química.**

**Nascuda a Barcelona el 17 de juny de 1996.**

Soc una de les sòcies recents de l'ACCA. Soc graduada en química per la Universitat de Barcelona, tinc el Màster en Química Analítica i actualment estic finalitzant el doctorat en alimentació i nutrició.

Com a molts de nosaltres, la recerca m'apassiona, passar hores i hores, dies i mesos davant d'un problema fins a resoldre'n l'entrellat o a vegades simplement per a començar a comprendre'l. Cercar respostes a preguntes i descobrir que en trobar-ne una es generen noves qüestions i així seguir estirant del fil, més i més...

Personalment, jo que tot just estic començant i només he vist la punta de l'iceberg de la investigació, crec que és captivador. Sí, en moltes ocasions és complexa, cansada, exasperant i a vegades fins i tot descoratjadora, hi ha dies en què voldries tirar la tovallola... Però tot i així hi tornes, t'hi tornes a enganxar i t'hi capbusses de ple, i ho fas perquè, tot i les dificultats, és gratificant. La satisfacció d'aprendre i generar nou coneixement constantment, de formar-ne part, de poder dedicar el temps a un projecte que sents teu i veure'l créixer, donar fruits i repercutir en altres, és inestimable. Amb una perspectiva així, és clar que havia d'escollir aquesta professió!

Si bé és cert que hi ha gran diversitat de problemes i maneres d'encarar-los, per a mi la bona sempre ha estat l'empírica. Una solució tangible, raonable, aplicable i comprensible, una solució experimental i provada. Una metodologia per desgranar/desconstruir el problema en petites parts i anar-les resolent i recompondre el conjunt, fins a encaixar totes les peces. I un cop ho tens, veure'n l'aplicabilitat, la funcionalitat i la continuació. Així doncs, el laboratori és una segona casa, a vegades encara més, perquè (i és una de les sorpreses més grates que m'he endut des que vaig escollir aquest camí) estableixes vincles amb persones increïbles, apassionades, sagaces, brillants però també comprensibles i humanes, que et donen suport, t'ensenyen, comparteixen i viuen amb tu els daltabaixos i les victòries. I és a través d'un d'aquests vincles que he arribat a conèixer i formar part de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (ACCA).

Estudio i treball, igual que tots els doctorands, estem en un procés d'aprenentatge constant i continu. Com a estudiants se'ns proporcionen eines per a créixer, desenvolupar els nostres coneixements i polir les nostres habilitats,

però alhora, com a investigadors, també duem a terme una recerca, ampliem el coneixement sobre un camp, formem a través de la docència i divulguem, intentem aportar el nostre granet de sorra i posar en valor tot allò que se'ns ensenya.

És gràcies a aquesta formació i al grup de recerca on la desenvolupo, LiBiFOOD, que s'han publicat diversos articles enfocats en noves metodologies analítiques per a l'autenticació d'aliments i el control del frau alimentari. A més a més, l'article «Varietal authentication of virgin olive oil: proving the efficiency of sesquiterpene fingerprinting for Mediterranean arbequina oils» ha estat guardonat amb el Premi M. Carmen de la Torre Boronat de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació.

Respecte a les meves perspectives futures, simplement vull poder continuar fent el que m'agrada, la recerca. Finalitzar el doctorat, seguir formant-me, seguir amb la docència, seguir al laboratori, seguir en contacte amb les investigacions més innovadores, descobrir i ampliar horitzons.

# Sostenibilitat alimentària i salut: un camí vers un futur conjuminat. Compromís per a una alimentació saludable i sostenible

## *Food sustainability and health: A path to a balanced future. Commitment to healthy and sustainable food*



### ANTONI GARCIA GABARRA

Economista i membre de la Comissió d'Economia Agroalimentària del Col·legi d'Economistes de Catalunya, Àrea de Qualitat i Seguretat Alimentàries.



### SANDRA RIBAS MALAGRIDA

Biòloga i nutricionista. Consultora en regulació alimentària.

**RESUM:** Aquest article aborda, en el context alimentari, la interacció entre la salut humana i la sostenibilitat. Se centra en els vectors de la sostenibilitat, el Pacte Verd Europeu, en particular, en les estratègies «Del camp a la taula» i «Biodiversitat per a 2030», els objectius de desenvolupament sostenible (ODS), la dieta mediterrània, així com les estratègies alimentàries de diverses organitzacions i les recomanacions dietètiques sostenibles. Amb l'objectiu de fomentar un sistema alimentari sostenible, es destaca la importància de considerar els aspectes econòmics, ambientals i socials de la producció i el consum d'aliments.

**PARAULES CLAU:** sostenibilitat alimentària, Pacte Verd Europeu, objectius de desenvolupament sostenible, dieta mediterrània, estratègies alimentàries.

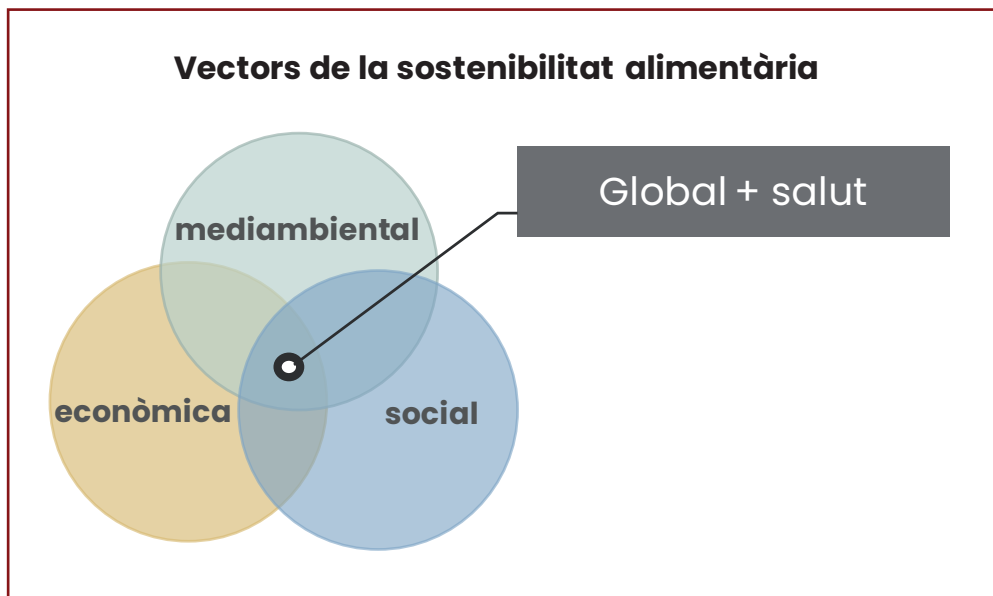
**ABSTRACT:** *This article explores the interaction between human health and sustainability within the context of food. It considers the vectors of food sustainability and the European Green Deal, focusing in particular on the “Farm to Fork” strategy and the “UE Biodiversity” strategy for 2030, as well as the Sustainable Development Goals (SDGs), the Mediterranean diet, the food strategies of different organizations and sustainable dietary recommendations. With the goal of fostering a sustainable food system, the importance is emphasized of taking into account the economic, environmental and social aspects of food production and consumption.*

**KEYWORDS:** *food sustainability, European Green Deal, Sustainable Development Goals, Mediterranean diet, food strategies.*

## SISTEMA ALIMENTARI SOSTENIBLE

L'Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació (FAO) defineix un sistema alimentari sostenible com aquell que assegura la seguretat alimentària

i la nutrició de totes les persones, sense posar en perill les seves bases econòmiques, socials i ambientals per a les generacions futures. Aquesta definició subratlla la necessitat de trobar un equilibri entre la producció d'aliments i la sostenibilitat econòmica, social i ambiental (FAO, 2018).



**Figura 1.** Interrelació dels tres vectors de la sostenibilitat amb la salut humana i planetària.  
Font: Elaboració pròpia.

El Pacte Verd Europeu és una iniciativa clau que busca millorar el benestar i la salut dels ciutadans i les generacions futures. El Pacte es compromet a proporcionar: aire fresc, aigua neta, terra saludable i biodiversitat, edificis renovats i eficients energèticament, aliments saludables i assequibles, més transport públic, energia més neta i innovació tecnològica neta, productes més duradors que es poden reparar, reciclar i reutilitzar, i ocupacions i formació de competències resistents per a la transició, així com una indústria competitiva i resilient a escala mundial (Comissió Europea, 2019).

Aquest enfocament integral aborda diverses dimensions de la sostenibilitat, des de la salut ambiental fins a la prosperitat econòmica i la justícia social. La sostenibilitat alimentària implica no només garantir que els aliments siguin produïts de manera respectuosa amb el medi ambient, sinó també assegurar que siguin accessibles per a tothom, la qual cosa contribueix a la salut pública i a la prevenció de malalties.

## IMPLICACIONS DE LA SOSTENIBILITAT ALIMENTÀRIA

Un sistema alimentari sostenible ha de tenir un impacte ambiental neutral o positiu. Això implica ajudar a mitigar el canvi climàtic i adaptar-se als seus impactes, revertir la pèrdua de biodiversitat i assegurar la seguretat alimentària, la nutrició i la salut pública. A més, la sostenibilitat alimentària ha de preservar l'accessibilitat als aliments i generar un retorn just, cercant la competitivitat del subministrament de la Unió Europea i promovent un comerç just.

Qualsevol abordatge de la sostenibilitat alimentària ha de considerar un equilibri real entre les seves tres dimensions: sostenibilitat mediambiental, social i econòmica. Si la producció d'aliments no és rendible per a qui els produeix, deixarà de produir-los per molta sostenibilitat mediambiental que se li demani.

D'altra banda, si els aliments que produeix no són assequibles per a tothom, la sostenibilitat social es veu compromesa. Encara que la producció sigui acceptable des del punt de vista mediambiental i econòmic, si no es garanteix l'accessibilitat als aliments, la sostenibilitat social no s'assoleix. Així doncs, és essencial abordar aquestes tres dimensions de manera integrada per construir un sistema alimentari sostenible.

## ESTRATÈGIES «DEL CAMP A LA TAULA» I «BIODIVERSITAT PER A 2030»

La implementació de l'estratègia «Del camp a la taula» busca accelerar la transició de la Unió Europea cap a sistemes alimentaris més sostenibles, amb un marc legislatiu de futur. Aquesta estratègia es centra en la preservació de la biodiversitat, la promoció d'aliments saludables, l'ús eficient dels recursos i la millora de la competitivitat global (Comissió Europea, 2020). La sostenibilitat afec-

**«La sostenibilitat afecta totes les baules de la cadena alimentària.»**

ta totes les baules de la cadena alimentària, és a dir, la producció, el processament, la distribució i el consum d'aliments, així com la prevenció de la seva pèrdua i del malbaratament.

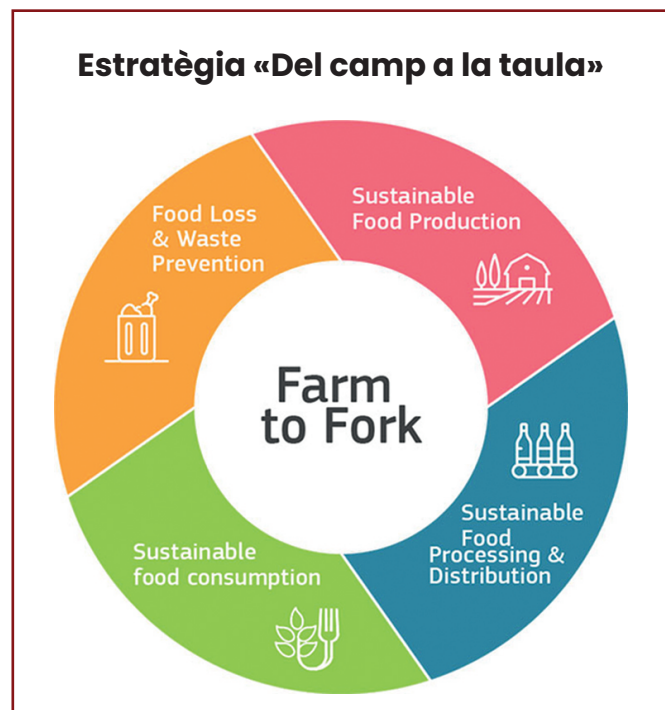


Figura 2. La sostenibilitat afecta totes les baules de la cadena alimentària. Font: [https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy\\_en](https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en).

Aquesta estratègia va fixar com a objectius per al 2030: reduir un 50% l'ús i els riscos dels plaguicides; un 50%, el de pèrdues de nutrients; un 20%, l'ús de fertilitzants químics; un 50%, l'ús d'antimicrobians en ramaderia i aqüicultura, i destinar un mínim del 25% del sòl agrícola a l'agricultura ecològica i un 10% al paisatge d'alta densitat (Comissió Europea, 2020). Tanmateix, les protestes generalitzades de la pagesia europea, en veure greument compromesa la seva ja precària rendibilitat econòmica, han fet que la Comissió Europea i els estats membres vulguin ajornar l'assoliment d'alguns d'aquests objectius, com ara el mínim de superfície destinada a guaret, la disminució de l'ús de plaguicides, la rotació dels conreus, el manteniment d'un mantell verd en terres erosionades i la voluntarietat del carnet digital.

Paral·lelament, l'estratègia «Biodiversitat per a 2030» té com a objectiu construir una resiliència de la societat davant futurs reptes com els impactes del canvi climàtic, incendis forestals, inseguretat alimentària i epidèmies. Per aconseguir-ho, es proposen accions com l'ampliació de les àrees de Natura 2000, l'establiment de normes legals sobre la restauració de la natura i mesures per facilitar el canvi transformador cap a pràctiques més sostenibles (2020/C 429/33).

En aquest sentit, després d'una forta discussió dins del Parlament Europeu, amb l'oposició dels agricultors, ramaders i pescadors europeus, i després de la introducció d'una clàusula de salvaguarda de suspensió temporal de dotze mesos en cas que es donessin circumstàncies extraordinàries de reducció important de la superfície disponible per a la producció d'aliments, es va modificar i aprovar la proposta inicial de Llei de restauració de la natura (Comissió Europea, 2022). Aquesta llei pretén rehabilitar almenys el 20% de les zones terrestres i marítimes de la UE per a 2030 i tots els sistemes degradats per a 2050.

## OBJECTIUS DE DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE I SALUT PÚBLICA

Dels disset objectius de desenvolupament sostenible (ODS) establerts per l'Assemblea de l'Organització de les Nacions Unides (ONU) per a l'Agenda 2030, l'alimentació és present en deu (ONU, 2015): fi de la pobresa, fam zero, salut i benestar, igualtat de gènere, aigua neta i sanejament, energia neta i assequible, acció climàtica, vida submarina, vida terrestre i aliança pels objectius. Aquesta connexió destaca la importància de l'alimentació com a factor clau per aconseguir un desenvolupament sostenible i millorar la salut de les comunitats.

L'enfocament One Health implica reconèixer la interconnexió entre la salut humana, animal, vegetal i ambiental. Aquesta estratègia promou pràctiques sostenibles que beneficien tot l'ecosistema, contribueixen a mitigar riscos de malalties zoonòtiques i protegeixen la biodiversitat.

L'estratègia mundial sobre règim alimentari, activitat física i salut de l'Organització Mundial de la Salut (OMS) destaca la importància d'adoptar hàbits alimentaris saludables i fomentar l'activitat física per prevenir malalties no transmissibles com l'obesitat, les malalties cardiovasculars i la diabetis (OMS, 2004). Aquestes estratègies són essencials per abordar els reptes de salut pública associats a les pràctiques alimentàries no sostenibles. Aquesta estratègia mundial ha estat ratificada en les recomanacions emeses per les autoritats sanitàries de la UE, Espanya (Agència Espanyola de Seguretat Alimentària i Nutrició) i Catalunya (Agència de Salut Pública).

L'estudi ANIBES sobre la ingesta d'energia i nutrients a Espanya revela dades rellevants sobre els hàbits alimentaris de la població. Hi destaca una ingesta excessiva de determinats macronutrients, concretament, proteïnes



## Adequació de la ingesta espanyola a les recomanacions internacionals

- Població espanyola **de 9 a 75 anys**
- Ingesta mitjana d'**energia**: homes 2.712 kcal i dones 2.145 kcal
- Distribució mitjana de l'energia ingerida

Nutrient	% Energia consumida	% Energia recomanada per UE o FAO/OMS
<b>Proteïnes</b>	<b>17</b>	<b>10</b>
<b>Hidrats de carboni</b>	<b>41</b>	<b>45 - 60</b>
Sucres	17	< 18
<b>Greixos</b>	<b>38</b>	<b>20 - 35</b>
Saturats	12	< 10
Monoinsaturats	17	
Poliinsaturats	4	3 - 11
ω6	3,7	2,5 - 9
ω3	0,3	0,5 - 2
<b>Fibra</b>	<b>1,4</b>	<b>&gt; 2</b>
<b>Alcohol</b>	<b>1,9</b>	

Figura 3. Ingesta d'energia i macronutrients a Espanya.  
Font: Elaboració pròpia amb dades de l'estudi ANIBES, vegeu la publicació núm. 7 a <https://www.fen.org.es/anibes/es/biblioteca>.

## Adequació de la ingesta espanyola a les recomanacions internacionals

- **Fibra**: ingesta mitjana deficitària → 16 g/dia < 25 g (mínim recomanat per l'EFSA)
- **Vitamines i minerals**: percentatge de població amb una ingesta inferior al 80 % de la recomanada per l'EFSA

Micronutrient	% població amb ingesta insuficient
Folats	90
Vitamina D	89
EPA+DHA (Omega 3)	83
Zinc	65
Vitamina E	59
Calci	44
Vitamina C	42
Magnesi	40
Vitamina A	39

Figura 4. Ingesta de fibra i micronutrients a Espanya.  
Font: Elaboració pròpia amb dades de l'estudi ANIBES, vegeu les publicacions núm. 14, 21 i 24 a <https://www.fen.org.es/anibes/es/biblioteca>.

(les d'origen animal), sucres totals, greixos totals (en especial, els saturats) i sodi (sal). Alhora, detecta una ingesta insuficient dels greixos Omega 3, fibra, vitamines (A, C, D, E i folats) i minerals (calci, magnesi i zinc) (Redruello-Requejo *et al.*, 2023 i vegeu <https://www.fen.org.es/anibes/es/biblioteca>).

Com que dos terços de les proteïnes de la nostra dieta són d'origen animal i un terç és d'origen vegetal, i atès que prenem més d'un 50% de proteïnes totals del que

caldria, n'hi hauria prou de reduir a la meitat la nostra ingesta de proteïnes d'origen animal, sense necessitat d'augmentar la d'origen vegetal ni de cercar **proteïnes alternatives a les animals**. Això no exclou la conveniència d'aquestes proteïnes alternatives per als països no desenvolupats, considerant, a més, l'augment previsible de la seva població. Cal tenir en compte les necessitats més altes d'ingesta proteica en les persones grans o en les que fan una activitat física molt intensa.

Al món es dona la paradoxa d'un augment simultani dels percentatges d'obesitat i de fam, alhora que s'incrementa la població mundial. El major increment de l'obesitat apareix en els països en desenvolupament, el producte interior brut (PIB) dels quals està creixent, mentre que el de la fam es dona en els països més pobres. Això mostra la necessitat de fer una estratègia d'intensificació sostenible en la nostra agricultura, ramaderia i pesca, i de reducció al màxim de les pèrdues i el malbaratament alimentaris. Cal equilibrar les demandes d'aliments, energia i altres recursos amb una sostenibilitat de l'ús de la terra a llarg termini.

Segons el Panell Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic (IPCC, de l'anglès Intergovernmental Panel on Climate Change), una «intensificació sostenible» pot oferir una finestra d'oportunitat en la intensificació de l'ús de la terra sense causar-ne degradació. Aquesta potencialitat permet estalviar l'ús de terra per proveir altres serveis ecosistèmics, incloent-hi el segrest de carboni i la protecció de la biodiversitat (Mbow *et al.*, 2019, p. 503-504). Els agricultors han de produir més quantitat d'aliments amb la mateixa extensió de terra i utilitzar menys recursos (aigua, energia, fertilitzants...). Això possibilita la conservació, millora de la gestió i restauració de boscos i altres ecosistemes a fi d'una mitigació del medi ambient degradat, amb una reducció de la desforestació en les regions tropicals.

## RECOMANACIONS DIETÈTIQUES SOSTENIBLES: LA DIETA MEDITERRÀNIA

Hi ha un informe del Comitè Científic de l'Agència Espanyola de Seguretat Alimentària i Nutrició (AESAN) que proporciona recomanacions dietètiques sostenibles. Aconsella augmentar la densitat nutricional de la dieta i limitar l'aportació d'energia. Incrementar el consum d'hortalisses i fruites, cereals integrals, llegums, fruita seca, peix blau, oli d'oliva i aigua. Reduir o limitar el consum de carn (especialment vermella i processada), patates, cereals refinats, làctics i aliments ensucrats o salats. Tot i que les dietes vegetarianes són les que tenen menys impacte sobre el medi ambient, un consum moderat de proteïnes d'origen animal és compatible amb els límits planetaris. La dieta mediterrània és un patró dietètic basat principalment en el consum de proteïnes d'origen vegetal (llegums i fruita seca) que inclou un consum moderat de proteïnes d'origen animal com peix, ous, làctics i carn, majoritàriament d'au i conill (López García, 2022).

La dieta mediterrània, reconeguda l'any 2010 com a Patrimoni Cultural Immaterial de la Humanitat per l'Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura (UNESCO), és un exemple de pràctiques alimentàries sostenibles. Amb un enfocament en el consum d'oli d'oliva verge extra, fruites, fruita seca, verdures i cereals integrals, quantitats moderades de peix, ous i aus, un consum reduït en làctics i petites porcions de carns vermelles, aquesta dieta ha demostrat beneficis per

### Recomanacions dietètiques sostenibles

Aliment	Nombre de racions	Observacions
• Hortalisses	≥ 3 al dia	
• Fruïtes	2-3 al dia	+ hortalisses ≥ 5 al dia, augmentar el consum
• Patates i altres tubercles	< 100 g al dia	Consum moderat
• Cereals	3-6 al dia, ≤ 4 al dia si es restringeixen les calories	Prioritzar els integrals
• Llegums	De 4 a 7 a la setmana	Font de proteïnes, augmentar el consum
• Fruïtes secs	De 3 a 7 a la setmana, sense addicions	Font de proteïnes, augmentar el consum
• Peix	≥ 3 a la setmana	Prioritzar el blau i el de menor impacte ambiental
• Làctics	≤ 3 al dia	Sense sucres afegits i amb baix contingut en sal
• Carn	≤ 3 a la setmana	Prioritzar la d'au i conill i evitar la processada
• Oli d'oliva	En tots els àpats principals	Tant per cuinar com per amanir
• Aigua	Tanta com es necessiti	Beguda principal, preferentment de l'aixeta

**Figura 5.** Recomanacions dietètiques per a una alimentació sostenible.  
**Font:** Elaboració pròpia amb dades de López García, 2022.

## Resultats del Projecte SUN: sostenibilitat global de les dietes occidental, mediterrània i provegetariana

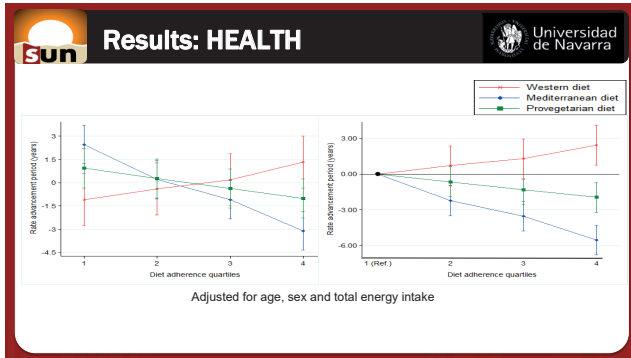


Figura 6. Repercussió sobre la salut. Avançament en anys de vida.

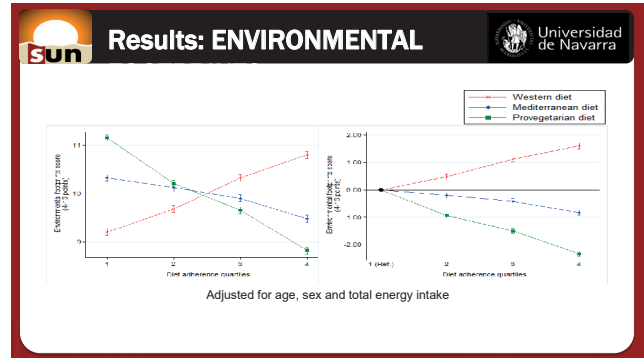


Figura 7. Impacte sobre la petjada mediambiental. Escala de 4 a 16 punts.

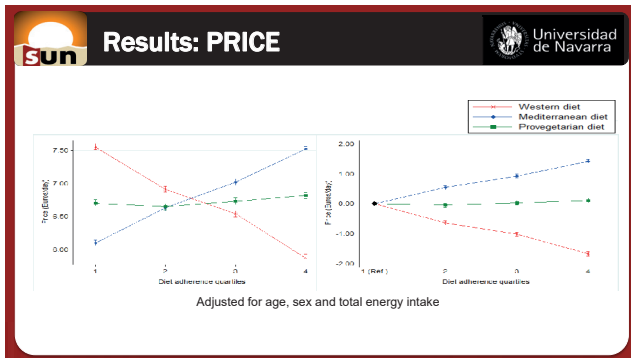


Figura 8. Incidència sobre el preu de compra. Mesurat en €/dia.

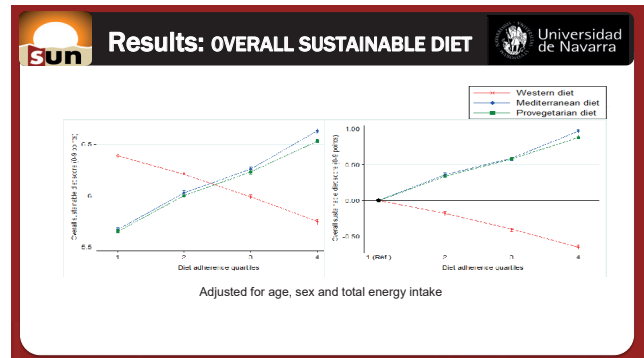


Figura 9. Valoració sobre la sostenibilitat global. Escala de 0 a 9 punts.

Font: Fresán *et al.*, 2019.

a la salut: disminució del risc de malalties cardiovasculars i de mortalitat per qualsevol causa, enriquida amb oli d'oliva verge extra o fruita seca (Estruch *et al.*, 2018), i reducció del risc cardiovascular en persones amb un previ historial cardíac, enriquida amb oli d'oliva verge extra (Delgado-Lista *et al.*, 2022).

El Projecte SUN de la Universitat de Navarra va avaluar la sostenibilitat global de tres dietes: la mediterrània (MD), l'occidental (WE) i la provegetariana (PV). Aquest estudi analitzava l'impacte en la salut, el medi ambient i els costos monetaris de cada dieta, i va destacar la MD com la més sostenible des d'una perspectiva

**«La dieta mediterrània és un exemple de pràctiques alimentàries sostenibles.»**

global. És la més saludable però també la més cara, mentre que la PV és la millor ambientalment i la WE és la més econòmica però la menys saludable i la pitjor ambientalment (Fresán *et al.*, 2019).

## CONSIDERACIONS FINALS

La dieta, a més de ser saludable i sostenible com és el cas de la dieta mediterrània, ha de tenir en compte altres aspectes que afecten també la sostenibilitat. Des del punt de vista de la sostenibilitat mediambiental, econòmica i social, els aliments haurien de ser comprats pels consumidors preferentment frescos o poc processats, de temporada, de proximitat i no preenvasats. Aproximadament un terç dels aliments es perden durant tot el circuit alimentari o els malbarata el consumidor.

En els països desenvolupats o en vies de desenvolupament, regits pel capitalisme i el lliure mercat, el consu-

midor és el «rei». Si té prou recursos econòmics, així com coneixement i sensibilitat mediambiental, econòmica i social quan compra un producte o servei, sigui d'alimentació o de qualsevol altre tipus, ha de ser conseqüent amb tot això. Els integrants de les baules prèvies de la cadena alimentària n'han de ser igualment conscients amb una responsabilitat social corporativa. Els nostres governants, i nosaltres en elegir-los, actuar i manifestar-nos, hem de pensar en les conseqüències d'esgotar els recursos del planeta i de contaminar-lo, no sols a curt termini sinó també pensant en les futures generacions.

Com hem vist abans, hi ha una sèrie d'excessos nutritius en la nostra dieta —en aquest cas l'espanyola— i també de dèficits de nutrients. Aquests desequilibris són els principals causants de malalties no transmissibles (OMS, 2023). Cal que la política alimentària juntament amb les directrius dietètiques i les estratègies de seguretat alimentària evolucionin des d'un enfocament actual en els nutrients i la salut cap a patrons alimentaris que també tinguin en compte l'impacte ambiental, socioeconòmic i cultural, i prioritzin la sostenibilitat alimentària. Afortunadament, hi ha força consens sobre com equilibrar aquests excessos i dèficits nutricionals vers una salut òptima i les correccions que són necessàries des del punt de vista de la millora de la sostenibilitat global.

Des de l'angle mediambiental, no hauríem de parlar de crisi climàtica sinó més aviat d'emergència climàtica, perquè aquesta crisi està registrant un augment exponencial, per sobre del que els científics havien previst. Així enguany en el nostre país i, en general, en el món hem arribat a uns nivells de temperatura que no s'havien enregistrat mai. Ja hem superat sis dels nou límits planetaris que posen en risc l'existència humana actual i futura. Cada any, abans d'acabar el mes de juliol, hem consumit els recursos disponibles de la Terra. Veiem, a casa nostra i a molts llocs del planeta, unes sequeres cada cop més llargues i pronunciades, acompanyades d'inundacions, fenòmens meteorològics extrems, augment de la temperatura dels oceans i acidificació dels mars, aire, aigua i terres força contaminats, menys aigua potable disponible, incendis forestals, degradació de la fertilitat de la terra, pèrdua de biodiversitat en la fauna i la flora, desforestació o abandó forestal i un llarg etcètera.

Un altre vector és el creixement de la població mundial, que està previst que passi dels actuals 8.000 milions de persones als 10.000 milions l'any 2050. Això, juntament amb l'augment del nivell de vida dels països en desenvolupament, farà que s'incrementi la demanda d'aliments i, en particular, la de proteïnes d'origen animal fins a un 65%. L'alimentació, entesa en la seva globalitat, és un dels fac-

tors que més contribueixen a les emissions de gasos d'efecte hivernacle (diòxid de carboni, metà i òxid nitrós), representa aproximadament un 30% del total d'emissions. I dins de l'alimentació, els aliments d'origen animal són els majors responsables d'aquestes emissions. Per tant, un canvi de consum vers els aliments d'origen vegetal, en detriment dels d'origen animal, és desitjable. Però no ho és solament des del vector mediambiental, ja que l'augment de la proporció vegetal de la dieta és altament recomanable per a la salut. Cal recordar que l'ús d'energies no renovables és la major causa de contaminació de la terra, aigua i aire, així com de l'escalfament planetari i l'emergència climàtica.

## CONCLUSIONS

La relació entre la salut humana i la sostenibilitat és indistriable. Adoptar pràctiques alimentàries sostenibles no només millora la salut individual, sinó que també contribueix a la salut del planeta. Estratègies com el Pacte Verd Europeu o la «Biodiversitat per a 2030» són passos importants de la UE cap a un futur més saludable i sostenible, però s'haurien d'estendre a tots els països del món a fi d'augmentar la seva eficiència.

Les accions futures han de centrar-se en la implementació d'aquestes estratègies a escala global, promovent hàbits alimentaris saludables, fomentant la biodiversitat i adoptant pràctiques agrícoles sostenibles. La col·laboració entre governs, sectors públics i privats i la societat civil és essencial per aconseguir un canvi significatiu. No obstant això, no és sols l'alimentació l'única responsable de la salut mediambiental, ja que tots els sectors de l'economia hi estan implicats i especialment els que consumeixen molta energia i altres recursos naturals.

En última instància, l'abordatge integral de la salut humana i la sostenibilitat ha de ser una prioritat de totes les persones del món i, en particular, en els països desenvolupats o en vies de desenvolupament. Mitjançant polítiques sostenibles, educació i conscienciació, podem crear un futur on la salut de tots estigui interconnectada i protegida.

## BIBLIOGRAFIA

2020/C 429/33. «Dictamen del Comitè Econòmic i Social Europeu sobre la "Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - Estrategia de la UE sobre la biodiversidad de aquí a 2030 - Reintegrar la naturaleza en nuestras

- vidas”» (2020). *Diario Oficial de la Unión Europea* [en línia], núm. C 429 (11 desembre), p. 259-267. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020AE0896>> [Consulta: 6 març 2024].
- COMISSIÓ EUROPEA (CE) (2019). *El Pacto Verde Europeo* [en línia]. Brussel·les: CE. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640>> [Consulta: 6 març 2024].
- (2020). *Estrategia «de la granja a la mesa»* [en línia]. Brussel·les: CE. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0381>> [Consulta: 6 març 2024].
- (2022). *Propuesta de reglamento del Parlamento europeo y del Consejo sobre la restauración de la naturaleza* [en línia]. Brussel·les: CE. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022PC0304>> [Consulta: 6 març 2024].
- DELGADO-LISTA, J. [et al.] (2022). «Long-term secondary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet and a low-fat diet (CORDIOPREV): A randomised controlled trial». *The Lancet* [en línia], 399 (10338), p. 1876-1885. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)00122-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)00122-2)>.
- ESTRUCH, R. [et al.] (2018). «Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet supplemented with extra-virgin olive oil or nuts». *The New England Journal of Medicine* [en línia], 378 (25), article e34. <<https://doi.org/10.1056/nejmoa1800389>>.
- FRESÁN, U. [et al.] (2019). «Global sustainability (health, environment and monetary costs) of three dietary patterns: results from a Spanish cohort (the SUN project)». *BMJ Open* [en línia], 9(2), article e021541. <<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-021541>>.
- LÓPEZ GARCÍA, E. (coord.) (2022). «Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre recomendaciones dietéticas sostenibles y recomendaciones de actividad física para la población española». *Revista del Comité Científico de la AESAN* [en línia], 36, p. 11-70. <[https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad\\_alimentaria/evaluacion\\_riesgos/informes\\_comite/INFORME\\_RECOMENDACIONES\\_DIETETICAS.pdf](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/INFORME_RECOMENDACIONES_DIETETICAS.pdf)> [Consulta: 6 març 2024].
- MBOW, C.; ROSENZWEIG, C.; BARIONI, L. G.; BENTON, T. G.; HERRERO, M.; KRISHNAPILLAI, M.; LIWENGA, E.; PRADHAN, P.; RIVERA-FERRE, M. G.; SAPKOTA, T.; TUBIELLO, F. N.; XU, Y. (2019). «Food Security». A: SHUKLA, P. R.; SKEA, J.; CALVO BUENDIA, E.; MASSON-DELMOTTE, V.; PÖRTNER, H.-O.; ROBERTS, D. C.; ZHAI, P.; SLADE, R.; CONNORS, S.; DIEMEN, R. VAN; FERRAT, M.; HAUGHEY, E.; LUZ, S.; NEOGI, S.; PATHAK, M.; PETZOLD, J.; PORTUGAL PEREIRA, J.; VYAS, P.; HUNTLEY, E.; KISSICK, K.; BELKACEMI, M.; MALLEY, J. (ed.), *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [en línia], p. 437-550. <<https://doi.org/10.1017/9781009157988.007>>.
- ORGANITZACIÓ DE LES NACIONS UNIDES (ONU) (2015). *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development* [en línia]. Nova York: ONU. <<https://sdgs.un.org/sites/default/files/publications/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>> [Consulta: 6 març 2024].
- ORGANITZACIÓ DE LES NACIONS UNIDES PER A L'AGRICULTURA I L'ALIMENTACIÓ (FAO). (2018). *Sustainable food systems: Concept and framework* [en línia]. Roma: FAO. <<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ca2079en>> [Consulta: 6 març 2024].
- ORGANITZACIÓ MUNDIAL DE LA SALUT (OMS) (2004). *Estrategia mundial sobre règimen alimentari, activitat física y salud* [en línia]. Ginebra: OMS. <[https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43037/924359222X\\_spa.pdf?sequence=1](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43037/924359222X_spa.pdf?sequence=1)> [Consulta: 6 març 2024].
- (2023, 16 setembre). *Enfermedades no transmisibles* [en línia]. Ginebra: OMS. <<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>> [Consulta: 6 març 2024].
- REDRUELLO-REQUEJO, M.; SMANIEGO-VAESKEN, M. DE L.; PUGA, A. M.; MONTERO-BRAVO, A.; RUPERTO, M.; RODRÍGUEZ-ALONSO, P.; PARTEARROYO, T.; VARELA-MOREIRAS, G. (2023). «Omega-3 and Omega-6 polyunsaturated fatty acid intakes, determinants and dietary sources in the Spanish population: findings from the ANIBES study». *Nutrients* [en línia], 15 (3), article 562. <<https://doi.org/10.3390/nu15030562>>.

# Fermentació en estat sòlid: una tècnica amb gran potencial pel suprareciclatge (upcycling)

## *Solid-state fermentation: A technique with a high upcycling potential*



**ARNAU VILAS-FRANQUESA**

Investigador postdoctoral Margarita Salas en Ciència dels Aliments a la Universitat de Barcelona (UB) i la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).



**JULIANA VILLASANTE**

Investigadora postdoctoral Margarita Salas en Ciència dels Aliments a la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) i cofundadora de GrillCo.

**RESUM:** La sostenibilitat en la indústria alimentària és un concepte que cada vegada desperta més interès per la situació ambiental que vivim. Una part important de qualsevol procés alimentari subjecte a millores sostenibles són els residus o subproductes. En aplicar estratègies d'aquest tipus, és important diferenciar entre valoritzar i suprareciclar. Els dos conceptes s'integren perfectament dins el marc de la bioeconomia circular, però només el segon permetrà un ús del subproducte transformat dins la indústria alimentària. Una manera de valoritzar o suprareciclar un subproducte és a través de la fermentació en estat sòlid (FES). Aquesta tecnologia ens permet valoritzar i suprareciclar subproductes mitjançant microorganismes amb una mínima addició d'aigua i un mínim cost energètic. En el camp de la valorització, l'estratègia rau a utilitzar fermentació de precisió per produir compostos d'interès com etanol, bioestimulants o biopesticides. En el camp del suprareciclatge, la FES ens permet: 1) extraure components d'interès, com compostos fenòlics o oligosacàrids; 2) modificar la composició nutricional del subproducte, com la producció d'àcids grassos poliinsaturats a partir de saturats i monosaturats, i 3) un reciclatge del 100% del subproducte o suprareciclatge total, com la producció de farines de llavors. Malgrat els seus beneficis, la FES presenta reptes significatius, especialment en l'escalat industrial. El control precís dels paràmetres de procés, com la temperatura i la humitat, és crucial per optimitzar el creixement microbià i la producció de metabòlits. La investigació contínua en la tecnologia de FES és vital per superar aquests obstacles i destapar el potencial complet de la FES en el suprareciclatge de

**ABSTRACT:** *Sustainability in the food industry is a concept that is gaining increasing interest due to the environmental situation we are experiencing. An important part of any food process subject to sustainable improvements are its residues or byproducts. When applying such strategies, it is crucial to differentiate between valorization and upcycling. Both concepts integrate perfectly within the framework of a circular bioeconomy, but the latter alone allows the use of the byproduct within the food industry. One way to valorize or upcycle a byproduct is through solid-state fermentation (SSF). This technology allows us to valorize and upcycle byproducts using microorganisms, with minimal water addition and minimal energy expenditure. In the field of valorization, the strategy lies in using precision fermentation to produce compounds of interest such as ethanol, biostimulants and biopesticides. In the field of upcycling, SSF enables us to: (1) extract components of interest, such as phenolic compounds or oligosaccharides, (2) modify the nutritional composition of the byproduct, as by producing polyunsaturated fatty acids from saturated and monounsaturated fatty acids, and (3) achieve 100% recycling of the byproduct, or total upcycling, as with the production of seed flours. Despite its benefits, however, SSF presents significant challenges, especially in industrial scale-up. Precise control of process conditions, such as temperature and humidity, is critical to optimize microbial growth and metabolite production. Ongoing research in SSF technology is vital to overcome these obstacles and to unlock the full potential of SSF in the upcycling of food industry*

subproductes de la indústria alimentària. La FES és un pilar fonamental en un futur on la biotecnologia serà clau en la gestió eficient de recursos i la minimització de l'impacte ambiental de la indústria alimentària.

**PARAULES CLAU:** fermentació en estat sòlid, sostenibilitat, components bioactius, indústria alimentària, valorització, suprareciclar.

*by-products. SSF is a fundamental pillar of a future in which biotechnology will be key in efficient resource management and in minimizing the environmental impact of the food industry.*

**KEYWORDS:** *solid-state fermentation, sustainability, bioactive compounds, food industry, valorization, upcycling.*

## INTRODUCCIÓ

La fermentació és un procés biològic en què microorganismes com llevats, bacteris i alguns fongs transformen substàncies orgàniques com sucres i midons, en alcohols, gasos i àcids orgànics, per l'obtenció d'energia, a través de rutes metabòliques en les quals l'acceptor final d'electrons no és l'oxigen sinó altres compostos orgànics. La fermentació és un procés fonamental en diverses indústries, com l'alimentària, la farmacèutica i la dels biocombustibles. Dins del procés de fermentació, podem discernir dos grans camps: la fermentació en estat sòlid (FES) i la fermentació en estat líquid (FEL). La FEL utilitza medis aquosos dissenyats per optimitzar el creixement i la producció de metabòlits d'interès, mentre que **la FES es realitza en substrats sòlids o semisòlids sense la presència de lliure flux d'aigua**. Aquesta diferència fonamental afecta tant el tipus de microorganisme que es pot cultivar com el producte que se'n pot obtenir. El procés més utilitzat en l'àmbit industrial és la FEL, perquè és la tecnologia que està més estudiada i perquè (en general) hi ha més microorganismes disponibles. Un exemple d'aquesta tecnologia és la producció de micoproteïna (proteïna de fong) a través de solucions riques en carbohidrats simples i amb l'addició d'amoni com a font de nitrogen. La FES sol estar reservada només a aquells microorganismes que es poden permetre créixer en condicions amb poca aigua. Tot i això, en la FES, com que s'utilitzen substrats sòlids, **sovint s'aprofiten residus orgànics com a medi de cultiu**, la qual cosa promou la sostenibilitat del procés productiu perquè recicla subproductes i així redueix la producció potencial de residus (Oiza *et al.*, 2022; Mattedi *et al.*, 2023). Cal mencionar que, en general, s'utilitza el terme *FES* per referir-se al creixement de microorganismes en suports sòlids, però en molts processos **la FES requereix una aportació d'oxigen adequada**.

En el camp de la FES disposem d'una àmplia gamma de microorganismes, incloent llevats, bacteris i fongs filamentosos, que són utilitzats per la seva eficàcia en la

transformació de substrats sòlids en productes d'alt valor afegit. Els microorganismes més comuns inclouen *Aspergillus* spp., *Bacillus* spp. i llevats com *Saccharomyces cerevisiae*. Les aplicacions de la FES són extenses i diverses, en destaca la producció d'enzims, biopesticides i biostimulants que ofereixen alternatives sostenibles als mètodes convencionals de producció química (Solano Porras *et al.*, 2023). També es pot utilitzar FES per produir àcids orgànics (p. e., àcid cítric (Hamdy, 2013)), extracció de compostos fenòlics (Spaggiari *et al.*, 2020) o producció de biomassa (Ibarruri, Cebrián i Hernández, 2021).

La recerca en aquest camp ha evidenciat la seva importància creixent en la promoció d'una agricultura més verda i en processos interessants dins el marc de l'economia circular, utilitzant residus agrícoles i industrials com a substrats per produir bioproductes de valor afegit. Aquesta convergència de gestió de residus i producció sostenible obre noves vies per a la innovació en sectors com l'alimentari, el farmacèutic i l'agrícola, i promet un futur on la biotecnologia té un paper clau en l'assegurament de processos més nets i eficients (Oiza *et al.*, 2022; Mattedi *et al.*, 2023). Quan ens endinsem en el món alimentari, que és el cor d'aquest article, és necessari entendre el concepte de suprareciclatge i diferenciar-lo del concepte de valorització, un altre concepte àmpliament utilitzat en la indústria.

## VALORITZAR VS. SUPRARECICLAR

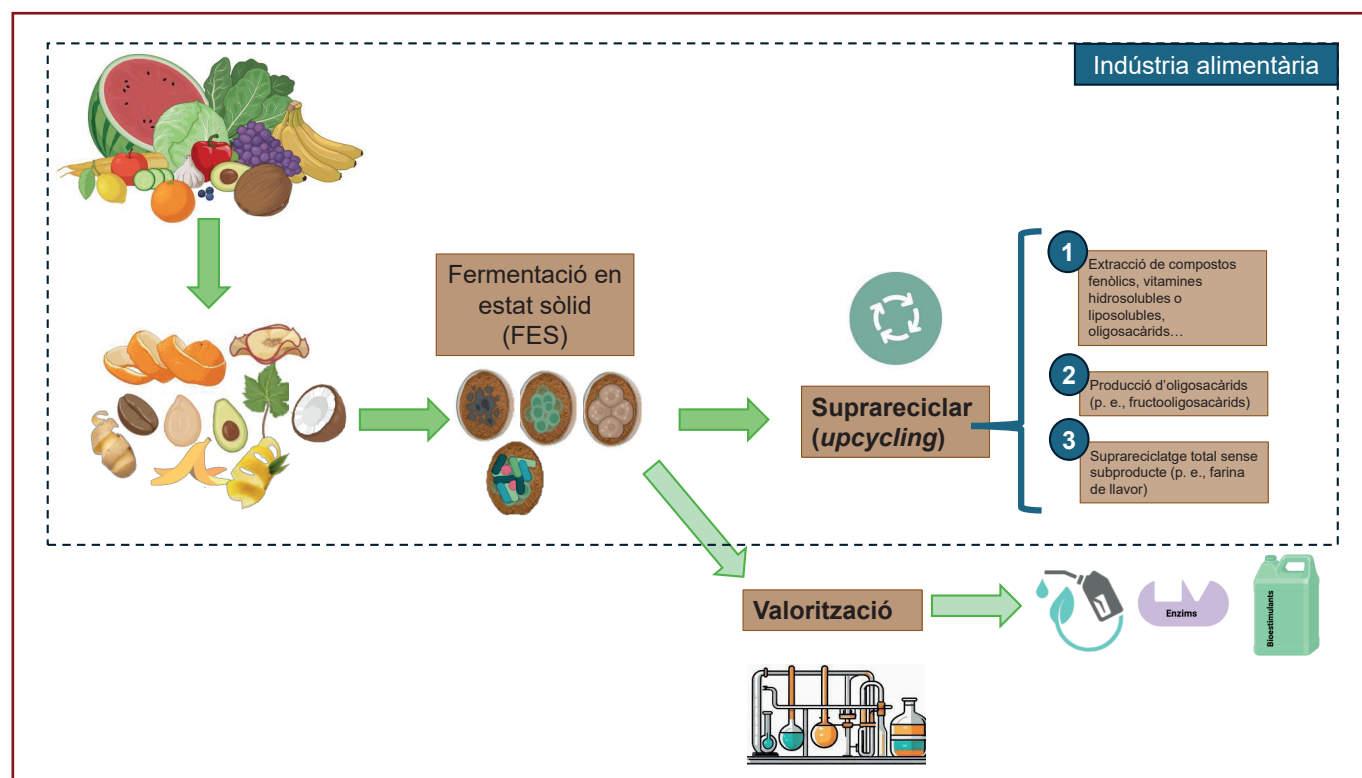
Moltes vegades ens referim a valoritzar un residu alimentari com a eina per fer-ne un ús alternatiu. No obstant això, a vegades ens referim a valoritzar quan en realitat ens estem referint a suprareciclar o supravvaloritzar (*upcycling*), i és necessari separar el terme *valoritzar* del terme *suprareciclar*. Valoritzar és utilitzar un residu com a matèria primera, ja sigui parcialment o totalment, per a la producció d'un altre ingredient o producte amb

un benefici clar per a la societat. En general, quan parlem de valorització parlem de fermentacions de precisió per **produir un producte amb alt valor afegit fora de la indústria alimentària** (vegeu la figura 1). Per exemple, podem parlar de producció de bioestimulants, biopesticides, enzims (també utilitzats en la indústria alimentària), biogàs, etc. L'objecte de la valorització és el producte resultant en comptes del màxim aprofitament del producte original dins la indústria alimentària. En aquest cas, posteriors etapes de purificació del compost (o etapes de *downstream*) són necessàries per aconseguir el producte d'interès, cosa que pot comprometre la sostenibilitat general del procés. Un clar exemple de valorització és l'obtenció d'enzims cel·lulòsics a través de la fermentació de pell de patata (Dos Santos *et al.*, 2012).

En canvi, el terme *suprareciclar* va més enllà. **Suprareciclar és utilitzar un subproducte** com a matèria primera per a la producció d'un nou ingredient o producte amb un **alt valor afegit dins la indústria alimentària** (vegeu la figura 1). En aquest cas, doncs, el subproducte mai abandona la cadena alimentària (mai es defineix com a residu), un atribut molt interessant dins el marc del reaprofitament alimentari. En aquest cas, la transformació és per motius nutricionals, a banda dels ja exemplificats motius ecològics i econòmics en processos de valorització. Alguns exemples inclouen la producció

d'extractes funcionals (rics en compostos fenòlics, oligosacàrids amb capacitat prebiòtica, vitamines, etc.) a partir de productes lignocel·lulòsics (p. e., bagàs de la canya de sucre) o la producció de farina funcional a partir de pinyols de fruita (p. e., utilitzant la llavor del mango o del préssec).

El suprareciclatge pot derivar en dos escenaris: originar o no originar un nou subproducte. Això és perquè quan es volen extreure compostos bioactius i produir extractes de material inicialment insoluble, el procés no és eficient al 100 %, i això condueix a l'origen d'un subproducte sòlid exhaust. Aquest subproducte exhaust es pot tractar amb més subprocessos que no incloguin la FES, però això podria generar un impacte negatiu en la sostenibilitat de tot el procés, especialment quan es podrien explorar altres vies de suprareciclatge. De totes maneres, aquestes extraccions són àmpliament utilitzades en etapes inicials d'investigació (proves de concepte). Per exemple, *Aspergillus niger* i *Aspergillus oryzae* han sigut utilitzats recentment en la producció d'extractes rics en compostos fenòlics després de la FES de la brisa del raïm (Meini *et al.*, 2021). Normalment, l'extracte és el que es considera més preuat i se'n fa una anàlisi exhaustiva, deixant de banda l'eficiència del procés i per descomptat la qualitat del subproducte (exhaust), que perdura.



**Figura 1.** Representació esquemàtica del concepte de suprareciclatge a partir de la FES i les estratègies més utilitzades fins al moment.  
**Font:** Elaboració pròpia.



Investigacions recents comencen a utilitzar l'estratègia **residu zero** com a tècnica per reduir al màxim l'empremta ambiental de tot el procés i tenir un sistema sòlid dins el marc de la bioeconomia circular. En aquesta línia, la idea en aplicar FES és utilitzar soques de grau alimentari per facilitar l'ús no només dels components que es solubilitzen, sinó de la biomassa del fong mateix o del subproducte exhaust que en resulti. Un exemple que no està gaire explorat d'aquesta estratègia seria la producció de farines a partir de l'aplicació de FES en llavors de productes vegetals.

## FES COM A EINA PER SUPRARECICLAR

En la FES, els fongs del gènere *Aspergillus* ssp. són dels més utilitzats, donat que creixen ràpidament i produeixen una quantitat important d'enzims extracel·lulars. Dins d'aquest gènere, l'espècie *Aspergillus niger* és la més usada precisament per aquesta capacitat de producció d'enzims i per l'àmplia adaptació a molts tipus de substrats. Per exemple, la FES a través d'*A. niger* s'ha utilitzat en l'extracció de compostos bioactius en residus de la figuera (de la fabricació de melmelades i vi) i ha derivat en un alt contingut de compostos fenòlics en l'extracte comparat amb el control (sense inoculació) (Buenrostro-Figueroa *et al.*, 2017).

Hi ha diferents vies per les quals la FES es pot aplicar en termes de suprareciclatge en la indústria alimentària, tal com ja s'ha explicat: 1) la producció d'extractes; 2) la modificació nutricional del subproducte, o 3) el suprareciclatge total del subproducte (**residu zero**, vegeu la figura 1).

La producció d'extractes a través de la FES és interessant perquè **es produeixen amb un menor ús d'aigua i químics que extraccions convencionals i s'extreuen en grans quantitats**, quan es compara amb altres tecnologies germanes com la FEL. A més a més, la FES s'ha estat aplicant recentment com a eina per substituir l'ús d'enzims en l'extracció de compostos bioactius (Cano y Postigo *et al.*, 2021), ja que els enzims són més costosos i al final provenen de la mateixa font: els microorganismes. Hi ha molts subproductes que poden servir per exemplificar l'ús de FES en comptes d'enzims, com per exemple el pinyol d'oliva, la brisa del raïm o les despulles de nous, entre altres (Oiza *et al.*, 2022; Kalkan Yıldırım i Sözmen, 2021). Un altre exemple és l'ús de la FES en subproductes del processament de cereals com el salvat de blat. S'ha treballat amb diferents microorganismes

«En la FES, els fongs del gènere *Aspergillus* ssp. són dels més utilitzats.»

(bacteris, fongs i llevats), i en tots els casos s'ha produït un augment dels polifenols lliures, així com de la capacitat antiradicalària —antioxidant— després de la fermentació (Roasa *et al.*, 2021).

D'altra banda, hi ha estudis que han mirat de **modificar la composició nutricional d'alguns subproductes** a través de la FES i —amb una possible extracció posterior— utilitzar-los com a ingredient funcional. Per exemple, s'ha estudiat la conversió d'àcids grassos monoinsaturats (MUFA, de l'anglès *monounsaturated fatty acids*) i saturats (SFA, de l'anglès *saturated fatty acids*) a poliinsaturats (PUFA, de l'anglès *polyunsaturated fatty acids*) a partir d'una FES amb *Mortierella alpina*, utilitzant com a substrat diferents subproductes de la indústria de l'oli (Ferreira *et al.*, 2020). Aquesta faceta de la FES és molt interessant, donat que no només podria ajudar en la producció de molècules d'interès (com en aquest exemple, PUFA), sinó que també podria millorar-ne la biodisponibilitat. Un altre exemple clar de la bioconversió del substrat és la producció de prebiòtics. Els residus agroindustrials solen ser rics en carbohidrats i fibres, font de carboni per molts fongs, i material inicial per a la producció de compostos bioactius derivats d'aquestes fibres, com oligosacàrids. En alguns casos, el simple fet de degradar el teixit vegetal —per l'acció dels enzims secretats pels fongs— ja deriva en la producció d'oligosacàrids. En altres, els oligosacàrids es poden sintetitzar. És el cas de la producció de fructooligosacàrids (FOS) mitjançant una FES amb *Aspergillus flavus*, per exemple. S'ha vist que aquest microorganisme és capaç de produir aquests FOS a través de la fructosiltransferasa, un enzim capaç de transferir residus de fructosa d'un compost a un altre, amb la consegüent formació de FOS. L'*A. flavus* és capaç de sintetitzar FOS a partir de setze residus agrícoles diferents, incloent-hi salvat de blat, bagàs de canya de sucre, bagàs de poma, etc. (Gonçalves *et al.*, 2023). Aquest camp cada cop està més explorat i alguns autors dirigeixen la producció de FOS amb un pretractament enzimàtic dels subproductes per originar suficient quantitat de fructosa en el medi, cosa que facilita el creixement inicial del fong i la construcció prematura dels FOS.

Una darrera aplicació de la FES, però no menys interessant, és el **suprareciclatge total del subproducte a tractar**. En determinades regions del món s'utilitzen

«La FES també és una tècnica que ens permet utilitzar subproductes de la indústria agroalimentària.»

subproductes, com la llavor del mango, per fer-ne farina. Aquesta llavor generalment té un alt contingut energètic i és molt útil per complementar formulacions en la indústria alimentària (p. e., producció de pa). Tot i això, aquests subproductes poden tenir determinades concentracions d'antinutrients, com l'àcid fític, oxalats o inclús tanins. Això fa que el procés pugui arribar a gastar molta energia o aigua, ja que s'ha de disminuir la concentració d'aquests antinutrients per calor o solubilització (p. e., la llavor del mango es bull amb aquesta finalitat). En aquest sentit, els fongs, especialment algunes espècies de fongs filamentosos, són capaços de produir enzims que podrien degradar aquests antinutrients. Això ens permetria fer ús de la FES per reduir el contingut d'antinutrients i addicionalment generar biomassa de fong, així com incrementar la concentració de greix (degut a l'activitat metabòlica del propi fong). Amb tot, aquest camp encara no està massa explorat i es necessiten estudis que enfocin el suprareciclatge per FES com a eina per donar-li una sortida a la totalitat del subproducte originat.

## DESAVANTATGES DE LA FES

L'ús de la FES no està exempt de desafiaments, el més important dels quals és l'escalat. Això és degut principalment a la dissipació i transferència de calor i a la dificultat en la homogeneïtzació durant el procés (Kumar *et al.*, 2021). Hi ha certes variables que resulta difícil controlar si es fa a escala industrial, com ara el nivell òptim d'humitat, temperatura, agitació, pH i oxigen lliure durant la fermentació, així com el creixement de microorganismes, ja que no existeix una forma simple i ràpida d'analitzar-ho.

També s'ha de considerar que la FES ja és una tecnologia que treballa amb una limitació important per a la vida —aigua— i això fa que s'hagi de facilitar l'accés dels microorganismes al substrat d'interès mitjançant pretractaments (per no tenir més dificultats durant el procés). Un dels pretractaments més utilitzats és reduir la mida de partícula, que es pot aconseguir —de forma econòmica— mitjançant tractaments físics com la molta o mitjançant tècniques de cisallament.

Finalment, la generació i selecció del microorganisme adequat és important, ja que cada un té necessitats i comportaments diferents d'acord amb el substrat utilitzat. Com ja s'ha comentat, els fongs filamentosos són els microorganismes més adequats per la FES, perquè creixen de forma natural en un gran ventall de materials en el mateix estat sòlid (com el creixement de *Rhizopus ssp.* en fruites cítriques), i en comparació amb els bacteris i llevats, els fongs filamentosos són els que requereixen una menor quantitat d'aigua per créixer. A més a més, també són capaços d'utilitzar el carboni de diferents fonts per créixer i tenen la capacitat d'adherir-se i penetrar en diversos substrats gràcies als seus filaments, cosa que els fa molt versàtils (Pastrana, 1996).

## PROJECCIÓ DE FUTUR DE LA FES

La FES s'ha utilitzat durant milers d'anys en el processament d'aliments, per exemple en la producció de formatges i pans, així com d'enzims. En l'última dècada, ha augmentat la seva aplicació pilot (i en alguns casos a escala industrial), ja que s'ha demostrat que pot ser una alternativa de baix cost. La sequera recentment viscuda en molts països (entre ells, Espanya), juntament amb altres catàstrofes meteorològiques propiciades pel canvi climàtic, ha generat gran preocupació. Per aquest motiu s'està apostant pel desenvolupament i l'ús de noves tecnologies que puguin ser utilitzades per l'obtenció de nous productes amb poc ús directe d'aigua i que encaixin dins del context d'economia circular. Per això és especialment interessant la FES. A més a més, la FES també és una tècnica que ens permet utilitzar subproductes de la indústria agroalimentària i cada cop és una opció més vàlida, com es pot veure en la creació del BioHubCat, una iniciativa que compta amb possibilitats d'escalat per la FES. Paralelament, s'està millorant el disseny de bioreactors i sensors, la qual cosa permet una millor monitorització, facilita l'escalat i atrau interès empresarial. Tot i això, en el marc del suprareciclatge, encara ens falta entendre millor quins tipus de fongs es poden fer servir en quins tipus de subproductes. Estudis de prova de concepte en aquest camp haurien de ser el centre d'atenció per a molts investigadors que estiguin treballant ja amb la FES, per crear coneixement i aportar solucions sostenibles.

## AGRAÏMENTS

Els autors volen expressar el seu agraïment al Ministeri d'Universitats d'Espanya i a la Unió Europea, d'on els

dos autors han rebut una beca postdoctoral Margarita Salas a través del programa de finançament NextGenerationEU en les convocatòries del 2021 i del 2022.

## REFERÈNCIES

- BUENROSTRO-FIGUEROA, J. J.; VELÁZQUEZ, M.; FLORES-ORTEGA, O.; ASCACIO-VALDÉS, J. A.; HUERTA- OCHOA, S.; AGUILAR, C. N.; PRADO-BARRAGÁN, L. A. (2017). «Solid state fermentation of fig (*Ficus carica* L.) by-products using fungi to obtain phenolic compounds with antioxidant activity and qualitative evaluation of phenolics obtained». *Process Biochemistry* [en línia], 62 (novembre), p. 16-23. <<https://doi.org/10.1016/j.procbio.2017.07.016>>.
- CANO Y POSTIGO, L. O.; JACOBO-VELÁZQUEZ, D. A.; GUAJARDO-FLORES, D.; GARCIA-AMEZQUITA, L. E.; GARCÍA-CAYUELA, T. (2021). «Solid-state fermentation for enhancing the nutraceutical content of agrifood by-products: Recent advances and its industrial feasibility». *Food Bioscience* [en línia], 41 (juny). <<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100926>>.
- DOS SANTOS, T. C.; GOMES, D. P. P.; BONOMO, R. C. F.; FRANCO, M. (2012). «Optimisation of solid state fermentation of potato peel for the production of cellulolytic enzymes». *Food Chemistry* [en línia], 133 (4), p. 1299-1304. <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.115>>.
- FERREIRA, M.; FERNANDES, H.; PERES, H.; OLIVA-TELES, A.; BELO, I.; SALGADO, J. M. (2020). «Bio-enrichment of oilseed cakes by *Mortierella alpina* under solid-state fermentation». *LWT* [en línia], 134 (desembre). <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109981>>.
- GONÇALVES, D. A.; GONZÁLEZ, A.; ROUPAR, D.; TEIXEIRA, J. A.; NOBRE, C. (2023). «How prebiotics have been produced from agro-industrial waste: An overview of the enzymatic technologies applied and the models used to validate their health claims». *Trends in Food Science and Technology* [en línia], 135 (maig), p. 74-92. <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.03.016>>.
- HAMDY, H. S. (2013). «Citric acid production by *Aspergillus niger* grown on orange peel medium fortified with cane molasses». *Annals of Microbiology* [en línia], 63, p. 267-278. <<https://doi.org/10.1007/s13213-012-0470-3>>.
- IBARRURI, J.; CEBRIÁN, M.; HERNÁNDEZ, I. (2021). «Valorisation of fruit and vegetable discards by fungal submerged and solid-state fermentation for alternative feed ingredients production». *Journal of Environmental Management* [en línia], 281, article 111901. <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111901>>.
- KALKAN YILDIRIM, H.; SÖZMEN, E. Y. (2021). «Bioconversion of wine pomace by *Lentinus edodes* in a solid-state system». *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* [en línia], 11 (2), article e3006. <<https://doi.org/10.15414/jmbfs.3006>>.
- KUMAR, A.; GUDIUKAITE, R.; GRICAJEVA, A.; SADAUSKAS, M.; MALUNAVICIUS, V.; KAMYAB, H.; SHARMA, S.; SHARMA, T.; PANT, D. (2020). «Microbial lipolytic enzymes - promising energy-efficient biocatalysts in bioremediation». *Energy* [en línia], 192, article 116674. <<https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116674>>.
- KUMAR, V.; AHLUWALIA, V.; SARAN, S.; KUMAR, J.; PATEL, A. K.; SINGHANIA, R. R. (2021). «Recent developments on solid-state fermentation for production of microbial secondary metabolites: Challenges and solutions». *Biore-source Technology* [en línia], 323, article 124566. <<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124566>>.
- MATTEDI, A.; SABBİ, E.; FARDA, B.; DJEBAILI, R.; MITRA, D.; ERCOLE, C.; CACCHIO, P.; DEL GALLO, M.; PELLEGRINI, M. (2023). «Solid-state fermentation: applications and future perspectives for biostimulant and biopesticides production». *Microorganisms* [en línia], 11 (6), article 1408. <<https://doi.org/10.3390/microorganisms11061408>>.
- MEINI, M-R.; CABEZUDO, I.; GALETTO, C. S.; ROMANINI, D. (2021). «Production of grape pomace extracts with enhanced antioxidant and prebiotic activities through solid-state fermentation by *Aspergillus niger* and *Aspergillus oryzae*». *Food Bioscience* [en línia], 42, article 101168. <<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101168>>.
- OIZA, N.; MORAL-VICO, J.; SÁNCHEZ, A.; OVIEDO, E. R.; GEA, T. (2022). «Solid-state fermentation from organic wastes: A new generation of bioproducts». *Processes* [en línia], 10 (12), article 2675. <<https://doi.org/10.3390/pr10122675>>.
- PASTRANA, L. (1996). «Fundamentos de la fermentación en estado sólido y aplicación a la industria alimentaria». *Ciencia y Tecnología Alimentaria* [en línia], 1 (3), p. 4-12. <<https://doi.org/10.1080/11358129609487556>>.
- PATEL, A. K.; SINGHANIA, R. R.; PANDEY, A. (2017). «Production, purification, and application of microbial enzymes». A: BRAHMACHARI, G. (ed.). *Biotechnology of microbial enzymes: Production, biocatalysis and industrial applications* [en línia]. Cambridge (MA): Elsevier, p. 13-41. <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803725-6.00002-9>>.
- SOLANO PORRAS, R. C.; ARTOLA, A.; BARRENA, R.; GHOREISHI, G.; BALLARDO MATOS, C.; SÁNCHEZ, A. (2023). «Breaking new ground: Exploring the promising role of solid-state fermentation in harnessing natural biostimulants for sustainable agriculture». *Processes* [en línia], 11 (8), article 2300. <<https://doi.org/10.3390/pr11082300>>.
- ROASA, J.; DE VILLA, R.; MINE, Y.; TSAO, R. (2021). «Phenolics of cereal, pulse and oilseed processing by-products and potential effects of solid-state fermentation on their bioaccessibility, bioavailability and health benefits: A review». *Trends in Food Science & Technology* [en línia], 116, p. 954-974. <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.027>>.
- SPAGGIARI, M.; RICCI, A.; CALANI, L.; BRESCIANI, L.; NEVIANI, E.; DALL'ASTA, C.; LAZZI, C.; GALAVERNA, G. (2020). «Solid state lactic acid fermentation: A strategy to improve wheat bran functionality». *LWT* [en línia], 118, article 108668. <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108668>>.

# Legislació alimentària

## JOAN RAMON HIDALGO MOYA

Advocat i consultor de dret alimentari. Doctor per la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) en el programa de doctorat en seguretat humana i dret global. Coordinador del Fòrum QSA de Normes Alimentàries i professor a l'Escola de Prevenció i Seguretat Integral de la UAB Formació [EPSI-FUAB].

## 1. INTRODUCCIÓ

Des de la Comissió Legal de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (ACCA) iniciem una nova etapa per a oferir als nostres socis aquells enllaços a bases de dades de normativa especialitzada en la qualitat i la seguretat alimentàries, tant en l'àmbit de Catalunya o Espanya com en el de la Unió Europea (UE). Hem considerat que poden ésser d'utilitat per a la localització, la interpretació i l'aplicació de la legislació alimentària, com a eines fonamentals per a comercialitzar productes segurs i de qualitat que compleixin amb les expectatives legítimes del consumidor final i el respecte a una competència lleial entre els operadors alimentaris, que s'esforcen, dia a dia, a complir els requisits normatius dels aliments abans de comercialitzar-los.

Per això és molt important estar degudament actualitzat respecte a les noves normes alimentàries que s'aproven per part del legislador en els diferents àmbits territorials que són més propers al nostre mercat únic de la UE i restar pendents d'aquelles normes que estan en fase d'aprovació i que formaran, en breu, part del nostre marc legislatiu.

## 2. BASES DE DADES DE LEGISLACIÓ ALIMENTÀRIA

Agència Catalana de Seguretat Alimentària (ACSA):

<https://acsa.gencat.cat/ca/actualitat/legislacio/recull-de-normativa>

Agència Espanyola de Seguretat Alimentària i Nutrició (AESAN):

[https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/subseccion/legislacion\\_seguridad\\_alimentaria.htm](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subseccion/legislacion_seguridad_alimentaria.htm)

[https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias\\_y\\_actualizaciones/novedades\\_legislativas/listados/aecosan\\_listado\\_novedades\\_legislativas.htm](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias_y_actualizaciones/novedades_legislativas/listados/aecosan_listado_novedades_legislativas.htm)

[https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/subseccion/interpretaciones\\_normativas\\_legislacion.htm](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subseccion/interpretaciones_normativas_legislacion.htm)

Fundació Basca per a la Seguretat Agroalimentària (ELIKA):

<https://legis.elika.eus>

Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació (MAPA):

<https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/legislacion/recopilaciones-legislativas-monograficas/default.aspx>

EUR-Lex (dret de la UE):

<https://eur-lex.europa.eu/browse/summaries.html>

Específic de seguretat alimentària:

[https://eur-lex.europa.eu/summary/chapter/food\\_safety.html?locale=es&root\\_default=SUM\\_1\\_CODED%3D30](https://eur-lex.europa.eu/summary/chapter/food_safety.html?locale=es&root_default=SUM_1_CODED%3D30)

BOE (vegeu els codis electrònics de l'apartat d'agricultura, ramaderia, pesca i alimentació):

[https://www.boe.es/biblioteca\\_juridica/index.php?tipo=C&modo=2](https://www.boe.es/biblioteca_juridica/index.php?tipo=C&modo=2)

## 3. RECULL BREU DE LEGISLACIÓ ALIMENTÀRIA (ABRIL 2023 - ABRIL 2024)

### Catalunya

Decret 51/2024, de 5 de març, sobre la comercialització dels productes pesquers:

<https://dogc.gencat.cat/ca/document-del-dogc/?documentId=980241>

### Espanya

Reial decret 773/2023, de 3 d'octubre, pel qual es regulen els coadjuvants tecnològics utilitzats en els processos d'elaboració i obtenció d'aliments:

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2023-20563>

## Unió Europea

Recomanació (UE) 2024/907 de la Comissió, de 22 de març de 2024, relativa al control del níquel en els aliments:

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:L\\_202400907](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202400907)

Reglament d'execució (UE) 2023/2851 de la Comissió, de 20 de desembre de 2023, pel qual s'autoritza la comercialització de proteïna parcialment hidrolitzada de bagàs d'ordi (*Hordeum vulgare*) i d'arròs (*Oryza sativa*) com a nou aliment i es modifica el Reglament d'execució (UE) 2017/2470:

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=OJ:L\\_202302851](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202302851)

Reglament d'execució (UE) 2023/2847 de la Comissió, de 20 de desembre de 2023, pel qual s'autoritza la comercialització de biomassa de cultius cel·lulars de poma com a nou aliment i es modifica el Reglament d'execució (UE) 2017/2470:

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=OJ:L\\_202302847](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202302847)

Reglament d'execució (UE) 2023/2215 de la Comissió, de 23 d'octubre de 2023, pel qual s'autoritza la comercialització de sal sòdica de 6'-sialilactosa produïda per una soca derivada d'*Escherichia coli* W (ATCC 9637) com a nou aliment i es modifica el Reglament d'execució (UE) 2017/2470:

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=OJ:L\\_202302215](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202302215)

Reglament d'execució (UE) 2023/2214 de la Comissió, de 23 d'octubre de 2023, pel qual es modifica el Reglament d'execució (UE) 2017/2470 pel que fa referència a les condicions d'ús i les especificacions del nou aliment pols de llavors de xia (*Salvia hispanica*) parcialment desgreixats:

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=OJ:L\\_202302214](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202302214)

Reglament d'execució (UE) 2023/2210 de la Comissió, de 20 d'octubre de 2023, pel qual s'autoritza la comercialització de 3-fucosil-lactosa produïda per una soca derivada d'*Escherichia coli* K-12 (DH1) com a nou aliment i es modifica el Reglament d'execució (UE) 2017/2470:

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=OJ:L\\_202302210](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202302210)

Reglament d'execució (UE) 2023/2156 de la Comissió, de 17 d'octubre de 2023, pel qual es modifica el Reglament d'execució (UE) 2015/1375 pel que fa a determinats requisits d'informació que han de complir els estats membres exempts d'anàlisis per a detectar la presència de triquines en la carn i les canals de porcs domèstics en els escorxadors:

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=OJ:L\\_202302156](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202302156)

Reglament d'execució (UE) 2023/943 de la Comissió, d'11 de maig de 2023, pel qual s'autoritza la comercialització de cel·lobiosa com a nou aliment i es modifica el Reglament d'execució (UE) 2017/2470:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32023R0943>

Reglament d'execució (UE) 2023/972 de la Comissió, de 10 de maig de 2023, pel qual s'autoritza la comercialització de l'extracte etanòlic aquós de *Labisia pumila* com a nou aliment i es modifica el Reglament d'execució (UE) 2017/2470:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32023R0972>

Reglament d'execució (UE) 2023/948 de la Comissió, de 12 de maig de 2023, pel qual s'autoritza la comercialització de sal sòdica de 6'-sialilactosa produïda per soques derivades d'*Escherichia coli* BL21 (DE3) com a nou aliment i es modifica el Reglament d'execució (UE) 2017/2470:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0948>

Reglament d'execució (UE) 2023/949 de la Comissió, de 12 de maig de 2023, pel qual s'autoritza la comercialització del caseïnat lactic de ferro com a nou aliment i es modifica el Reglament d'execució (UE) 2017/2470:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0949>

Reglament (UE) 2023/915 de la Comissió, de 25 d'abril de 2023, relatiu als límits màxims de determinats contaminants en els aliments i pel qual es deroga el Reglament (CE) núm. 1881/2006:

<https://www.boe.es/doue/2023/119/L00103-00157.pdf>

Reglament d'execució (UE) 2023/731 de la Comissió, de 3 d'abril de 2023, relatiu a un programa plurianual

coordinat de control de la Unió per a 2024, 2025 i 2026 destinat a garantir el respecte dels límits màxims de residus de plaguicides en els aliments d'origen vegetal i animal o sobre aquests, així com a avaluar el grau d'exposició dels consumidors a aquests residus, i pel qual es deroga el Reglament d'execució (UE) 2022/74:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0731>

## 4. PROJECTES NORMATIUS

### Espanya

Projecte de llei de prevenció de les pèrdues i el malbaratament alimentari (versió del 19 de gener de 2024):

[https://www.congreso.es/public\\_oficiales/L15/CONG/BOCG/A/BOCG-15-A-4-1.PDF](https://www.congreso.es/public_oficiales/L15/CONG/BOCG/A/BOCG-15-A-4-1.PDF)

Situació de la tramitació d'aquest projecte de llei al Congrés dels Diputats (consulta: abril 2024):

[https://www.congreso.es/es/busqueda-de-iniciativas?p\\_p\\_id=iniciativas&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&\\_iniciativas\\_mode=mostrarDetalle&\\_iniciativas\\_legislatura=XV&\\_iniciativas\\_id=121/000004](https://www.congreso.es/es/busqueda-de-iniciativas?p_p_id=iniciativas&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&_iniciativas_mode=mostrarDetalle&_iniciativas_legislatura=XV&_iniciativas_id=121/000004)

### Unió Europea

Proposta de Reglament del Parlament Europeu i del Consell pel qual es modifiquen els Reglaments (UE) 2021/2115 i (UE) 2021/2116 pel que fa a les normes en matèria de bones condicions agràries i mediambientals, els règims a favor del clima, el medi ambient i el benestar animal, les modificacions dels plans estratègics de la PAC, la revisió dels plans estratègics de la PAC i les exempcions de controls i sancions:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52024PC0139>

## 5. PERÍODE NORMATIU 2023-2024 A LA UE: NOUS ALIMENTS I CONTROL DE LA SEGURETAT EN ALIMENTS. LA RECOMANACIÓ DE CONTROL DEL NÍQUEL EN ALIMENTS

En aquest darrer any les novetats legislatives més destacades a la UE han estat vinculades en la seva majoria a l'aprovació i noves condicions d'ús de nous aliments i

**«Cal destacar la preocupació de la UE sobre els límits màxims de determinats metalls, contaminants i residus en aliments.»**

l'actualització de la llista de la UE sobre nous aliments, establerta en el Reglament d'execució (UE) 2017/2470, de conformitat amb el Reglament (UE) 2015/2283, relatiu a nous aliments. L'aprovació mitjançant reglament d'execució és un requisit bàsic per a la comercialització d'un nou aliment i les seves condicions d'ús, denominació legal i, en alguns supòsits, informació sobre possibles riscos. També cal destacar la preocupació de la UE sobre els límits màxims de determinats metalls, contaminants i residus en aliments, per la qual cosa n'ha determinat la regulació i la recomanació per a la protecció de la salut del consumidor. En aquest sentit, podem observar com des de la Comissió, inicialment, s'estableix l'obligació dels estats membres en col·laboració amb les empreses alimentàries del control de la presència de níquel en els aliments durant el període 2025-2027, inclosos els complementos alimentaris, la xocolata, la xocolata per untar, les fruites de closca, les fruites de closca per untar, els grans de cacau, els productes a base de cereals (en particular, els cereals de desdejuni, els flocs de cereals i els productes de la molta de civada), les sopes preparades, el cafè, el te, les hortalisses, les algues, les llavors oleaginoses, els productes a base de soia (com el tofu i les begudes de soia), els llegums, les fruites de pela, el peix i altres aliments marins. La recomanació aprovada fa una indicació als estats membres per tal de recopilar coneixement sobre mesures de mitigació per a reduir els nivells de níquel en els aliments i per tal que comuniquin aquests mètodes de forma eficaç a agricultors i operadors alimentaris.

## 6. CATALUNYA I LA REGULACIÓ ESPECÍFICA SOBRE LA COMERCIALIZACIÓ DELS PRODUCTES PESQUERS

A Catalunya destaquem l'aprovació del Decret 51/2024, de 5 de març, sobre la comercialització dels productes pesquers, que ha entrat en vigor el passat 27 de març de 2024. Aquest decret té per objecte regular la primera venda dels productes pesquers, les obligacions en matèria de traçabilitat dels productes pesquers des de la captura fins a les persones consumidores i els documents vinculats en les fases de desembarcament, la venda i el transport. Re-

gula també el distintiu voluntari «Peix de llotja» per als productes pesquers procedents de l'activitat extractiva i el marisqueig, i l'acreditació voluntària «Venda de proximitat» per a tots els productes pesquers.

## **7. EL PROJECTE DE LLEI ESTATAL DE PREVENCIÓ DE LES PÈRDUES I EL MALBARATAMENT ALIMENTARI**

A escala estatal el més destacable serà la propera aprovació de la llei de prevenció de les pèrdues i el malbaratament alimentari. El objectius d'aquesta futura llei són: prevenir i reduir les pèrdues i el desaprofitament d'aliments per part de tots els agents de la cadena alimentària; establir una jerarquia de prioritats; facilitar la donació d'aliments i contribuir a satisfer les necessitats alimentàries de la població més vulnerable; aconseguir una producció i un consum més sostenibles, i sensibilitzar, formar i mobilitzar tots els agents de la cadena en una gestió adequada dels aliments, sense perjudici de les necessàries garanties d'innocuitat dels aliments. Aquesta proposta de llei té com a fins específics, entre d'altres: disminuir les pèrdues i el desaprofitament d'aliments mitjançant una gestió més eficient dels recursos i la promoció de la bioeconomia circular; sensibilitzar i informar els agents de la producció, transformació, distribució, hostaleria, restauració, persones consumidores i ciutadania en general i afavorir activitats de conscienciació en l'àmbit de la prevenció i reducció de les pèrdues i el desaprofitament alimentari, o fomentar la donació d'aliments garantint la seguretat alimentària i la traçabilitat.

Aquest àmbit està regulat a Catalunya per la Llei 3/2020, d'11 de març, de prevenció de les pèrdues i el malbaratament alimentaris, l'objecte de la qual és l'establiment d'accions de prevenció per a reduir les pèrdues i el malbaratament alimentaris i també d'accions de foment per a augmentar l'aprofitament i la valorització dels aliments al llarg de la cadena alimentària. La Llei és aplicable a les activitats que duen a terme els agents de la cadena alimentària en territori català, amb independència del lloc on l'entitat tingui el domicili social. Tenen la consideració d'agents de la cadena alimentària les empreses alimentàries i les empreses del sector de l'hostaleria o la restauració; les entitats d'iniciativa social i altres organitzacions sense ànim de lucre que presten serveis de distribució d'aliments; l'Administració pública; els consumidors, i els espigoladors.

Les empreses alimentàries i les entitats d'iniciativa social i altres organitzacions sense ànim de lucre que es dediquen a la distribució d'aliments tenen, entre d'altres, les obligacions següents: disposar d'un pla de prevenció de les pèrdues i el malbaratament alimentaris i aplicar-lo, en els termes que s'estableixin per reglament; reduir, mesurar i informar anualment sobre la quantificació de les pèrdues i el malbaratament alimentaris, en els termes que s'estableixin per reglament; comptabilitzar els productes alimentaris que es destinin a la distribució gratuïta o a l'alimentació animal; adoptar les mesures pertinents per a aplicar a les pèrdues i el malbaratament alimentaris la jerarquia de prioritats establerta per la Llei, i evitar actuacions orientades a deixar els aliments en condicions no aptes per al consum o la valorització.

# Ingesta d'aliments ultraprocessats i relació amb la salut mental

## MARTA CASTELLS CUIXART

Llicenciada i doctora en farmàcia. Màster en Nutrició. Diploma d'especialització en alimentació i nutrició aplicada per l'Escola Nacional de Sanitat (Instituto de Salud Carlos III). Membre de la Reial Acadèmia de Farmàcia de Catalunya.

## ISABEL LABAD URGELL

Llicenciada en farmàcia.

**A**ns de referir-nos als aliments ultraprocessats, fem un repàs breu de les diferències entre els aliments naturals, els processats i els ultraprocessats. Com que no són definicions exactes, es presten a discrepàncies en les interpretacions.

Els aliments naturals són aquells que no han patit una transformació o processament industrial abans d'arribar al mercat. Es troben en el seu estat original, com ara fruites, verdures, ous, peix i carn. No s'han afegit substàncies a l'aliment original quan s'ha processat. Per a alguns un suc de fruita es pot considerar natural, i per a altres, un aliment processat, ja que no està en la forma original en què es va recollir. Les fruites seques crues serien un aliment natural (sense processar), però si són torrades ja han patit una lleu transformació i es podrien considerar un aliment processat, tot i que continuem identificant l'aliment origen. En realitat, qualsevol acció que canviï la naturalesa fonamental d'un producte (escalfar, congelar, trossejar, líquar, etc.) ja el transforma en un aliment processat, però això no vol dir que ja no sigui saludable.

Els aliments processats serien aquells que, tot i que en podem identificar l'origen, surten al mercat després d'haver patit algun tipus de transformació o procés industrial, bé perquè se'ls ha afegit algun additiu (conservants, greixos o altres ingredients), bé perquè se'ls ha sotmès a algun tractament tèrmic o mètode de conservació (salaó, fermentació, congelació, enllaunat, trituració, assecat i fins i tot pasteurització). Per tant, l'oli, els tomàquets enllaunats, les verdures congelades, els llegums cuits, els iogurts (sense sucre o colorants), la cervesa, el vi, el pa i la pasta també entren dins aquesta categoria, per posar alguns exemples. Són productes de qualitat que poden estar presents a la nostra alimentació de forma habitual. Majoritàriament, els aliments processats estan fets amb dos o tres ingredients i els processos a què han estat sotmesos poden ser tan simples com la cocció, la congelació i l'emmagatzematge.

Tot i que poden contenir additius per millorar el sabor, la textura i la durabilitat, molts d'aquests productes poden continuar formant part d'una alimentació saludable i variada si se seleccionen amb cura i se'n controla el contingut de sal, sucre i greixos saturats.

Els aliments ultraprocessats, en canvi, són productes elaborats a través de procediments industrials, no porten cap aliment sencer, complet o en el seu estat natural. Són formulacions industrials elaborades a partir de substàncies derivades dels aliments o sintetitzades d'altres fonts orgàniques. L'etiquetatge és molt ampli, solen tenir una llista d'ingredients artificials extensa que inclou conservants, colorants, additius, etc., l'únic objectiu dels quals és millorar certes propietats (com el sabor, l'aroma o el color), fer-los més agradables als sentits, més duradors i/o més consistents o fer que semblin aliments veritables quan no ho són. Venen llestos per consumir-se i requereixen poca o cap preparació culinària. Com a exemples tenim: brioxeria industrial, refrescos, pizzes preparades, postres lactis ensucrats (natilles, flams, gelats...), carns processades (salsitxes...). Els afegeixen certs ingredients i solen tenir alts continguts de sodi, sucres i greixos *trans* i saturats, perquè durin més temps i siguin més palatables. Aporten una alta densitat energètica i un valor nutricional escàs.

No n'és recomanable el consum. Els aliments ultraprocessats, a causa del seu elevat contingut en sal, sucre i/o greixos saturats, s'han associat amb un risc més alt de malalties cròniques com l'anomenada inflamació crònica, l'obesitat, diabetis i malalties cardíaques. Tot i això, no és tan conegut que el consum d'aquests ultraprocessats afecti la salut mental.

A continuació, ens referim a diversos articles publicats recentment sobre la influència dels aliments ultraprocesats en la salut.



Els aliments ultraprocessats dominen el subministrament d'aliments als països d'alts ingressos i cada vegada més als països de baixos i mitjans ingressos. L'alimentació de la població cada cop està més influenciada per les gegantines empreses internacionals d'alimentació (cada vegada menys empreses alimentàries locals) i el seu màrqueting massiu, a més de la influència de les xarxes socials. Tot plegat ha fet que la dieta de la població s'allunyi d'aliments no processats o mínimament processats i de menjars acabats de preparar per encaminar-se cap als aliments ultraprocessats, molt palatables i molt fàcils de menjar.

Segons un estudi de la Universitat de São Paulo (Kelly i Jacoby, 2018), a Espanya, el 20,3 % dels aliments que es consumeixen són ultraprocessats, la qual cosa ens situa com el segon país mediterrani amb més consum d'aquest tipus d'aliments, després de Malta (amb un 27,6%). Encara que molts d'aquests aliments ultraprocessats (refrescos, caramels, barretes energètiques, iogurts amb gust de fruita, pizzes congelades i menjars congelats) poden satisfer els desitjos d'aliments dolços, grassos i salats, noves investigacions suggereixen que aquests aliments són especialment perjudicials per al cervell, ja que afecten l'estat d'ànim i la cognició. Assenyalen una associació entre un consum més gran d'aliments ultraprocessats i una ingesta nutricional més deficient que inclou una major ingesta d'energia i sucre lliure o afegit i una menor ingesta de fibra, micronutrients i proteïnes. I fins i tot adverteixen que, en alguns països desenvolupats, està documentada la pèrdua d'habilitats culinàries.

La metaanàlisi més recent que mostra l'impacte del menjar ultraprocessat, publicada el 2024 a *BMJ*, va descobrir els resultats més complets i pertorbadors. Els investigadors van identificar vincles directes entre consum elevat d'aliments ultraprocessats i un risc més alt de resultats adversos per a la salut, especialment, riscos cardiometabòlics, trastorns mentals (com ansietat i depressió) i problemes per dormir (Lane *et al.*, 2024).

Resultats similars trobem en una altra metaanàlisi publicada a la revista *Nutrients* el 2022, que mostra que les dietes riques en aquests aliments estan relacionades amb un 44 % més de risc de depressió i un 48 % més de risc d'ansietat (Lane *et al.*, 2022).

Un altre estudi prospectiu especialment alarmant es va fer a la Gran Bretanya, amb un seguiment de prop de mig milió de persones que vivien a Anglaterra, Escòcia i Gal-

les, i va descobrir que per cada 10 % d'augment d'aliments ultraprocessats el risc de demència pujava un 25 % (Li *et al.*, 2022).

Encara no se sap la relació causa-efecte exacta, però sembla que consumir grans quantitats d'aliments ultraprocessats augmenta el risc d'aparició de depressió en el futur. A més de la possible influència en la inflamació crònica, l'ús de certs additius i edulcorants artificials també pot interferir en la producció i l'alliberament de neurotransmissors com la dopamina, la norepinefrina i la serotonina, cosa que pot afectar negativament el benestar mental i emocional. També, un consum elevat d'aquests aliments podria alterar l'estat de la nostra microbiota. Sense oblidar que els aliments ultraprocessats poden crear addicció, segons el qüestionari més utilitzat per avaluar el concepte d'addicció al menjar (vegeu <https://sites.lsa.umich.edu/fastlab/yale-food-addiction-scale>). Segons la Yale Food Addiction Scale (YFAS) de la Universitat de Michigan, entre el 14 i el 20 % dels adults i entre el 12 i el 15 % dels nens i adolescents (als Estats Units) són addictes al menjar, taxes similars d'addicció a l'alcohol i el tabac. Per a alguns investigadors, els aliments ultraprocessats tenen més de comú amb una cigarreta que amb els aliments de la mare naturalesa.

Els aliments ultraprocessats són fàcils de consumir en grans quantitats perquè solen ser tous, fàcils de mastegar, molt saborosos (rics en greix, sucre i sal) i, com que sacien poc, podrien interrompre i anul·lar la comunicació normal «estic ple» entre l'intestí i el cervell. Calen més estudis per conèixer-ne més amb profunditat el funcionament.

L'augment del consum d'aliments ultraprocessats comporta una reducció dels aliments més saludables com ara les fruites, les verdures i els cereals integrals, de preparació senzilla. Ens preguntem, quines mesures de salut pública serien necessàries per reduir l'exposició dietètica a aliments ultraprocessats i millorar la salut humana? La salut comença en allò que mengem.

## REFERÈNCIES

- KELLY, B.; JACOBY, E. (2018). «Public Health Nutrition special issue on ultra-processed foods». *Public Health Nutrition* [en línia], 21 (1), p. 1-4. <<https://doi.org/10.1017/s1368980017002853>>. [Editorial d'un número especial dedicat als aliments ultraprocessats]
- LANE, M. M. [et al.] (2022). «Ultra-processed food consumption and mental health: A systematic review and meta-analysis of observational studies». *Nutrients* [en línia], 14, article 2568. <<https://doi.org/10.3390/nu14132568>>.
- LANE, M. M. [et al.] (2024). «Ultra-processed food exposure and adverse health outcomes: Umbrella review of epidemiological meta-analyses». *BMJ* [en línia], 384, article e077310. <<https://doi.org/10.1136/bmj-2023-077310>>.
- LI, H. [et al.] (2022). «Association of ultra-processed food consumption with risk of dementia: A prospective cohort study». *Neurology* [en línia], 99 (10), p. e1056-e1066. <<https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000200871>>.

**«No és recomanable el consum d'aliments ultraprocessats.»**

# Efecte sobre la salut intestinal d'extractes obtinguts de fonts marines per a la seva potencial aplicació com a ingredients en l'elaboració d'aliments funcionals

**Premi M. del Carmen de la Torre Boronat de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació, per a estudiants, 2024, categoria A**

**ARNAU MOLINA OLIVERA**

Grau en ciència i tecnologia dels aliments i Màster en Gestió i Innovació en la Indústria Alimentària per l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agroalimentària i Forestal i de Veterinària (ETSEAFIV) de la Universitat de Lleida (UdL).

El creixement exponencial de la població mundial posa de manifest la necessitat d'augmentar la disponibilitat d'aliments, així com el requeriment que siguin més nutritius i segurs. A part, davant l'amenaça de l'emergència climàtica, ja es treballa per a adaptar les nostres dietes a possibles crisis alimentàries severes.

La sobreexplotació dels recursos terrestres empeny la indústria alimentària a centrar-se en la biodiversitat marina, ja que els mars i oceans ocupen dues terceres parts de la superfície terrestre. Per això, les algues s'entenen com el futur de la formulació d'aliments, són una gran font alternativa de nutrients amb un alt contingut de fibra i poden ser considerades així com a prebiòtics.

Les algues, doncs, en un futur, seran importants fonts alternatives de nutrients i compostos bioactius, en un context de transició ecològica i de mancança d'aliments per a abastir el total de la població, i podran també actuar com a possibles ingredients beneficiosos per a la salut. En aquest cas, es parlarà de la salut colònica i, com certs components presents en dos tipus d'algues molt abundants, els alginats i els carragenats, podrien ajudar a regular la microbiota del còlon, de manera que fomentin el creixement de microorganismes beneficiosos i inhibeixin o redueixin les poblacions de microorganismes que poden causar efectes negatius en la nostra salut.

Per a la realització d'aquest estudi es van utilitzar extractes obtinguts a partir de macroalgues *Phaeophyceae* (el polisacàrid alginat) i *Rhodophyta* (el polisacàrid carragenat).

D'una banda, dos tipus d'alginats, sotmesos al mateix tipus d'extracció, però aplicant un pretractament d'altres pressions a una de les mostres. Per tant, van donar mostres de diferent puresa:

- Extracte d'alga *Ascophyllum nodosum* extret juntament amb altres components com polifenols i/o polisacàrids sulfatats, amb un rendiment en l'extracció del 14,1 % i amb la composició següent: 3,3 %, proteïna; 19,4 %, cendres, i 68,8 %, carbohidrats, els quals són en un 2,8 % fucosa, en un 1,9 % xilosa, en un 22,9 % àcid gulurònic, en un 1,5 % àcid glucurònic i en un 39,6 % àcid manurònic. Aquest alginat es va anomenar *Alginat (AFA)*.
- Extracte d'alga *A. nodosum* extret juntament amb altres components com polifenols i/o polisacàrids sulfatats, el qual ha estat sotmès a un pretractament a una pressió de 350 MPa durant cinc minuts a 20 °C. Amb un rendiment en la extracció del 23,0 % i amb la composició següent: 2,8 %, proteïna; 20,9 %, cendres, i 70,0 %, carbohidrats, els quals són en un 4,3 % fucosa, en un 2,7 % xilosa, en un 24,2 % àcid gulurònic, en un 1,2 % àcid glucurònic i en un 38,1 % àcid

**«El creixement exponencial de la població mundial posa de manifest la necessitat d'augmentar la disponibilitat d'aliments.»**

manurònic. Aquest alginat es va anomenar *Alginat (HPP)*.

De l'altra, quatre tipus d'extracte de carragenats que es diferencien segons la seva estructura:

- Extracte comercial d'alga  $\lambda$ -carragenat d'alta viscositat ( $\lambda$ CA).
- Extracte comercial d'alga  $\lambda$ -carragenat de baixa viscositat ( $\lambda$ CB).
- Extracte comercial d'alga k-carragenat (KC).
- Extracte comercial d'alga *i*-carragenat (*i*C).

Per a assolir els objectius marcats a l'inici del treball, es van realitzar fermentacions *in vitro* (48 hores) d'aquests extractes tot simulant el pas d'aquests extractes pel nostre organisme en cas d'ingesta i després, tot seguit, es van mesurar els pH, la producció d'àcids grassos de cadena curta (AGCC) com a subproducte de la fermentació de les fibres per part de la microbiota i, per últim, la variació de la població bacteriana.

Després de 48 hores de fermentació *in vitro* dels extractes, es va observar una baixada notable del pH en totes les mostres, a excepció de la mostra d'alginat no pretractada amb altes pressions. La producció d'AGCC va ser superior en les mostres d'alginats respecte a les mostres de carragenats. Per últim, per a tots dos extractes d'algues, es va produir una baixada en la proporció relativa de població microbiana respecte a les mostres sense fi-

bra, incloent una baixada en les poblacions considerades prebiòtics. Aquesta reducció significativa de població microbiana total coincideix amb una reducció significativa de la població de *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, fet considerat negatiu, ja que són poblacions considerades beneficioses per a l'organisme. La població de *Clostridium* també es va veure reduïda a zero, cosa que es va considerar positiva, degut a la relació d'aquesta població amb efectes negatius en l'organisme.

Comparant les dues mostres d'alginat, l'alginat AFA és el que va mostrar una menor reducció en la població microbiana i va tenir una ràtio *Firmicutes/Bacteroidetes* molt millor. Això demostra que el pretractament a altes pressions en l'obtenció dels extractes d'alginat afavoreix la presència de components indesitjables.

Entre les quatre mostres de carragenats, el *i*-carragenat va ser el que més va conservar la població microbiana, va mantenir una bona proporció del gènere *Bifidobacterium* i va presentar una bona ràtio *Firmicutes/Bacteroidetes*. A més, durant la fermentació d'aquests extractes es va produir una reducció significativa del pH i una alta producció d'AGCC.

De tots els extractes analitzats, el que més podria millorar la salut colònica en cas d'utilitzar-se com a ingredient en la formulació d'un aliment, seria el *i*-carragenat, ja que té una millor baixada de pH i un millor manteniment de la població microbiana amb una bona proporció del gènere *Bifidobacterium*.

Per tant, cal continuar buscant nous ingredients rics en fibra provinents de fonts marines, per a la seva avaluació i per al seu ús en formulació de nous aliments funcionals que millorin la salut colònica del consumidor, sempre tenint en compte la naturalesa de l'aliment al qual volem incorporar l'ingredient funcional i les possibles repercussions sobre la seva estructura i funció depenent dels processos utilitzats en la producció.

# Avaluació de la detecció de fraus alimentaris mitjançant espectroscòpia de fluorescència front-face

**Premi M. del Carmen de la Torre Boronat de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació, per a estudiants, 2024, categoria A**

## XAVIER MARÍN ANGLADA

Graduat en ciència i tecnologia dels aliments (Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona, UAB). Màster en Tecnologies Facilitadores per a la Indústria Alimentària i de Bioprocessos (Escola d'Enginyeria Agroalimentària i Biosistemes de Barcelona de la Universitat Politècnica de Catalunya, UPC). Estudiant de doctorat de ciència dels aliments (UAB). Premi M. del Carmen de la Torre Boronat de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (per a estudiants).

El frau alimentari dins de la indústria agroalimentària esdevé una qüestió de gran serietat que manté la seva presència actualment. Aquestes pràctiques comprometen la qualitat dels aliments i dels seus components, minvant la integritat dels productes amb l'objectiu d'obtenir guanys econòmics i manipulant els diferents punts de la cadena productiva, principalment amb l'engany cap als consumidors.

El frau alimentari es conceptualitza com l'acció intencionada de generar una disconformitat entre les especificacions declarades dels productes alimentaris i les seves característiques reals, ja sigui emetent afirmacions sabudament falses o ometent de manera deliberada informació que hauria de ser declarada, tot amb la finalitat d'assolir avantatges econòmics. No obstant això, els fraus no són homogenis, donat que n'hi ha de diversos tipus, com l'adulteració (incloent-hi substitucions, dilucions, addicions o eliminacions de components valuosos), la infracció dels drets de propietat intel·lectual, la manipulació de documentació o l'ús incorrecte de l'etiquetatge.

Aquestes pràctiques fraudulentament tenen una llarga història dins de la producció d'aliments, daten de la segona meitat del segle XVIII, durant els inicis de la Revolució Industrial a la Gran Bretanya. En aquell temps, les begudes alcohòliques eren les més susceptibles a les adul-

teracions, com ara l'afegit d'aigua al vi. Resulta interessant notar que va ser a la Gran Bretanya on, el 1860, es va promulgar la primera llei contra les adulteracions i se'n va prohibir la comercialització. A Espanya, no va ser fins als inicis del segle XX que es va establir un real decret, el 23 de desembre de 1908, per combatre els fraus.

Malgrat aquestes mesures legislatives inicials, les adulteracions continuen manifestant-se en l'àmbit alimentari. Es poden recordar casos recents que han guanyat notorietat, com ara els canelons que es van comercialitzar com si fossin de carn de vedella però que, de fet, contenen carn de cavall, o el cas de l'oli d'oliva adulterat amb oli de colza, el qual va provocar intoxicacions a milers de persones. Tots aquests incidents posen de manifest la persistent presència del frau dins de les empreses alimentàries.

Amb la finalitat d'abordar aquesta problemàtica, el 2013 es va establir la Xarxa de Frau Agroalimentari de la UE, on els estats membres col·laboren estretament per garantir un rigorós control sobre els fraus en el sector agroalimentari. Aquesta col·laboració ha conduït a la realització de macrooperacions, com l'OPSON IX o la Lake, coordinades per l'EUROPOL (Oficina Europea de Policia), les quals han demostrat ser eficaces i han obtingut resultats positius, incloent-hi la intervenció el 2023 de grans quantitats de pernil curat i oli adulterat. A més, a través d'aquestes iniciatives, la Comissió Eu-

ropea ha elaborat informes anuals que mostren els grups d'aliments i els tipus de frau amb major prevalença durant l'últim període.

Considerant tots aquests aspectes, és un consens general dins del sector que resulta vital desenvolupar mètodes d'identificació i quantificació de compostos presents en aliments fraudulents, que siguin capaços de discriminar amb precisió, sensibilitat, rapidesa, no destructivitat i eficàcia econòmica, i que donin cabuda al control *in-line* o *on-line*. En aquest sentit, l'espectroscòpia de fluorescència *front-face* emergeix com una tecnologia prometedora. Basant-se en aquests criteris, es va proposar aquest projecte de revisió bibliogràfica amb l'objectiu d'avaluar l'eficàcia d'aquesta tecnologia com a mètode d'anàlisi i control per a la detecció de frau, amb la intenció d'identificar diversos fluoròfors presents en aliments fraudulents que puguin ser detectats mitjançant aquesta tècnica espectroscòpica, mitjançant l'ús de sondes i equips òptics disponibles al mercat actualment.

L'espectroscòpia de fluorescència *front-face* emergeix com una tecnologia prometedora amb un gran potencial, amb la previsió que en els propers anys es consolidi com una de les principals eines d'anàlisi i control en la indústria alimentària, tal com ho va fer l'espectroscòpia d'infraroig proper (NIR) en les dècades anteriors. La singularitat d'aquesta innovadora tecnologia radica en el fet que el raig d'excitació incideix entre 30 i 60 graus respecte a la superfície de l'aliment, evita la necessitat de penetrar la mostra i permet que el raig d'emissió surti en la mateixa direcció que la llum reflectida. Aquesta particularitat facilita el treball amb aliments tèrbols o sòlids sense la necessitat de manipular ni diluir la mostra, a diferència de l'espectroscòpia de fluorescència convencional, que requereix la dilució de la mostra per permetre la penetració de la llum sense dispersió. A més, donat que aquesta tècnica realitza mesures no invasives i no destructives, permet la integració de la sonda directament a les conduccions d'alimentació de les indústries i possibilita un control *in-line* o *on-line*, en lloc de l'extracció i l'enviament de mostres al laboratori, cosa que suposaria una pèrdua de temps significativa per a la verificació de l'estat del producte.

Amb l'objectiu de contextualitzar la situació del frau alimentari a la Unió Europea, s'han examinat els informes anuals elaborats per la Comissió Europea, que han estudiat la prevalença del frau segons els grups d'aliments i els tipus de frau durant l'última dècada dels anys 2000, la qual cosa ha permès identificar els aliments amb major incidència i cercar estudis que apli-

quessin l'espectroscòpia de fluorescència *front-face* en aquests.

Els resultats han revelat que els greixos i olis, el peix i els productes de la pesca, i la carn i els productes carnis són els grups d'aliments amb més casos de frau, i l'adulteració i l'etiquetatge incorrecte són els tipus de frau més comuns. En particular, s'han trobat diversos estudis que utilitzen l'espectroscòpia de fluorescència *front-face* per detectar adulteracions en olis de diferent origen, avaluar paràmetres de frescor en diferents espècies de peixos, identificar adulteracions d'herbes o espècies amb alternatives més econòmiques i, especialment, detectar frau en llet i derivats làctics, on s'ha detectat una major presència de fluoròfors. A més, s'han identificat diverses sondes disponibles al mercat que es poden acoblar a fibres òptiques per realitzar controls *in-line* o *on-line* amb configuració *front-face*.

Finalment, a través d'aquest projecte s'ha demostrat el potencial de l'espectroscòpia de fluorescència *front-face* com a eina d'anàlisi i control per identificar, determinar i quantificar components rellevants per a la detecció de frau alimentari en aliments amb una alta incidència i prevalença a la UE. A més, aquesta tecnologia ja és una realitat, ja que s'han identificat diverses empreses que comercialitzen sondes de fluorescència que permeten la configuració *front-face*. No obstant això, es necessiten més estudis que utilitzin aquesta tecnologia òptica en diferents matrius alimentàries per continuar validant-ne l'eficàcia en la detecció de frau alimentari. I, precisament, és una de les línies en la qual s'està treballant des del grup d'investigació OPTICmizing, pertanyent al Centre d'Innovació, Recerca i Transferència en Tecnologies dels Aliments (CIRTTA) de la Universitat Autònoma de Barcelona.

**«L'espectroscòpia de fluorescència *front-face* emergeix com una tecnologia prometedora amb un gran potencial.»**

## BIBLIOGRAFIA

- ABAMBA OMWANGE, K.; AL RIZA, D. F.; SAITO, Y.; SUZUKI, T.; OGAWA, Y.; SHIRAGA, K.; GIAMETTA, F.; KONDO, N. (2021). «Potential of front face fluorescence spectroscopy and fluorescence imaging in discriminating adulterated extra-virgin olive oil with virgin olive oil». *Food Control* [en línia], 124, article 107906. <<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.107906>>.
- AYALA, N.; ZAMORA, A.; RINNAN, Å.; SALDO, J.; CASTILLO, M. (2020). «The effect of heat treatment on the front-face fluorescence spectrum of tryptophan in skim milk». *Journal of Food Composition and Analysis* [en línia], 92, article 103569. <<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103569>>.
- BOUGHATTAS, F.; LE FUR, B.; KAROUI, R. (2019). «Non-targeted identification of brine covered canned tuna species using front-face fluorescence spectroscopy combined with chemometric tools». *Food Analytical Methods* [en línia], 12, p. 2823-2834. <<https://doi.org/10.1007/s12161-019-01638-w>>.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (2018). *Discussion paper on food integrity and food authenticity* [en línia]. Brisbane, Austràlia: Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Committee on Food Import and Export Inspection and Certification Systems. Twenty-Fourth Session (22-26 octubre). <[https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-733-24%252FWorking%2BDocuments%252Ffc24\\_07e.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-733-24%252FWorking%2BDocuments%252Ffc24_07e.pdf)> [Consulta: 5 abril 2022]. [CX/FICS 18/24/7]
- COMISSIÓ EUROPEA (CE) (2018). *The EU Food Fraud Network and the System for Administrative Assistance and Food Fraud: Annual report 2017* [en línia]. Brussel·les: CE. <[https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/ff\\_ffn\\_annual-report\\_2017.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/ff_ffn_annual-report_2017.pdf)> [Consulta: 5 abril 2022].
- COMISSIÓ EUROPEA (CE) (2020). *Agri-Food fraud: What does it mean?* [en línia]. Brussel·les: CE. The Agri-Food Fraud Network. <[https://food.ec.europa.eu/safety/eu-agri-food-fraud-network/what-does-it-mean\\_en](https://food.ec.europa.eu/safety/eu-agri-food-fraud-network/what-does-it-mean_en)> [Consulta: 5 abril 2022].
- DOVAL PAIS, A. (1995). *Fraudes alimentarios: evolución histórica y elementos esenciales del sistema de protección penal* [en línia]. Tesi (doctorat). València: Universitat de València. <<http://hdl.handle.net/10550/38583>> [Consulta: 5 abril 2022].
- LAKOWICZ, J. R. (ed.) (2006). *Principles of fluorescence spectroscopy*. 3a ed. Nova York: Springer US.
- MORIN, J.-F.; LEES, M. (ed.). (2018). *Food Integrity handbook: a guide to food authenticity issues and analytical solutions*. Nantes: Eurofins Analytics France. També disponible en línia a: <[https://seafoodacademy.org/pdfs/Misc/Food Integrity\\_Handbook-compressed.pdf](https://seafoodacademy.org/pdfs/Misc/Food Integrity_Handbook-compressed.pdf)> [Consulta: 5 abril 2022].
- «Real Decreto dictando las disposiciones convenientes a fin de evitar el fraude en las sustancias alimenticias» (1908). *Gaceta de Madrid*, núm. 358 (23 desembre), p. 1182-1186. També disponible en línia a: <<https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1908/358/A01182-01186.pdf>> [Consulta: 5 abril 2022].
- SAHAR, A.; DUFOUR, É. (2015). «Classification and characterization of beef muscles using front-face fluorescence spectroscopy». *Meat Science* [en línia], 100, p. 69-72. <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.09.142>>.
- ULLAH, R.; KHAN, S.; ALI, H.; BILAL, M. (2020). «Potentiality of using front face fluorescence spectroscopy for quantitative analysis of cow milk adulteration in buffalo milk». *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* [en línia], 225, article 117518. <<https://doi.org/10.1016/j.saa.2019.117518>>.

# Efecte d'una intervenció d'estil de vida de tres anys sobre la longitud dels telòmers en participants del PREDIMED-Plus: un assaig aleatori

Premi M. del Carmen de la Torre Boronat de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (per a estudiants) 2024, categoria B

**MARÍA FERNÁNDEZ DE LA PUENTE CERVERA**

Graduada en biotecnologia per la Universitat de Saragossa. Màster universitari en Biotecnologia Molecular i Biomedicina per la Universitat del País Basc i la Universitat de Cantàbria. Actualment, és investigadora en la Unitat de Nutrició Humana de la Universitat Rovira i Virgili.

L'Organització Mundial de la Salut (OMS) defineix l'envelliment, des d'un punt de vista biològic, com la conseqüència de l'acumulació d'una gran varietat de danys a nivell molecular i cel·lular al llarg del temps, que produeixen un descens gradual de les capacitats físiques i mentals i un augment del risc de malaltia. A aquesta pèrdua progressiva d'integritat fisiològica la segueixen indicadors com l'escurçament dels telòmers. Aquestes estructures es localitzen al final dels cromosomes i són responsables del manteniment i l'estabilitat de la integritat genòmica. Els telòmers poden considerar-se com el rellotge biològic de vida cel·lular, ja que la seva longitud disminueix amb l'envelliment. De fet, en pacients amb malalties cròniques s'ha observat que l'escurçament dels telòmers està associat a un augment del risc de mortalitat relacionada amb la malaltia.

Els telòmers són estructures que es caracteritzen per la seva plasticitat i s'ha observat que un patró dietètic basat en la dieta mediterrània mantingut durant un any n'ha allargat la longitud. Per tant, és crucial identificar factors ambientals i de l'estil de vida que podrien ajudar-nos a reduir el desgast telomèric i a prevenir malalties.

L'objectiu del nostre estudi va ser determinar si una intervenció de tres anys basada en la promoció de la dieta mediterrània amb restricció d'energia, juntament amb la

promoció d'exercici físic orientat a la pèrdua de pes i teràpia conductual (grup intervenció), podia tenir un paper en la prevenció de l'escurçament dels telòmers, en comparació amb un estil de vida basat en la dieta mediterrània sense restriccions (grup control).

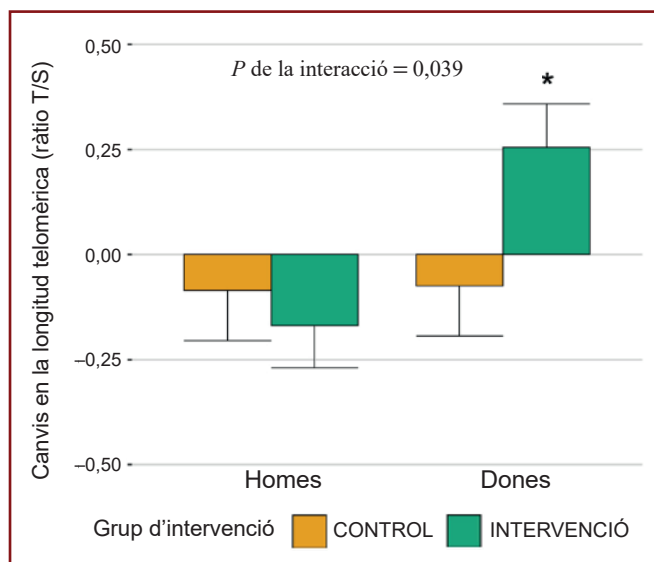
Per a això, es va analitzar la longitud telomèrica a temps basal i al cap de tres anys en subjectes adults amb risc de malaltia cardiovascular i síndrome metabòlica en el marc de l'estudi PREDIMED-Plus, un assaig clínic aleatoritzat per a la prevenció de la malaltia cardiovascular a través d'una intervenció de l'estil de vida. Dels 1.088 participants elegibles, i després d'aplicar els criteris d'exclusió d'aquest subestudi, es van incloure 317 participants (amb una edat mitjana de seixanta-sis anys), dels quals 159 pertanyien al grup intervenció i 158 al grup control. Per a mesurar la longitud telomèrica, es va extreure l'ADN genòmic de mostres de capa leucocitària (*buffy coat*) corresponents a la visita basal i a la dels tres anys. Posteriorment, es va utilitzar el mètode de reacció quantitativa en cadena de la polimerasa per a obtenir el valor de la longitud telomèrica, expressat com a ràtio T/S. La nostra variable resultat va ser els canvis en la longitud telomèrica (tres anys menys basal). Primer, vam analitzar les interaccions entre el grup d'estudi i el sexe pels canvis en la longitud telomèrica, ja que s'ha suggerit que la dinàmica dels telòmers és diferent entre homes i dones. Posteriorment, vam analitzar les diferències entre grups en els canvis en la longitud telomèrica a través d'anàlisi de covariància (ANCOVA), estratificant per sexe i ajustant

«L'OMS defineix l'envelliment com la conseqüència de l'acumulació d'una gran varietat de danys a nivell molecular i cel·lular al llarg del temps.»

per diverses covariants. Finalment, vam fer l'anàlisi de regressió logística per avaluar el risc d'escurçament telomèric accelerat, definit com un canvi de longitud telomèrica per sota del percentil 20, després de tres anys d'intervenció per grup d'estudi i sexe.

En referència als resultats principals, com es pot observar en la **figura 1**, la interacció entre el grup d'estudi i el sexe pels canvis en la longitud telomèrica va resultar ser significativa ( $p$  de la interacció = 0,039). Consegüentment, l'anàlisi ANCOVA va ser estratificat per sexe i ens va revelar que les dones en el grup intervenció que, per tant, seguien una dieta mediterrània amb restricció calòrica i practicaven activitat física, es van beneficiar d'un augment significatiu de la seva longitud telomèrica, comparades amb les dones del grup control. En la mateixa línia, es va observar que les dones del grup intervenció tenien un 83 % menys de risc de tenir un escurçament telomèric accelerat, comparades amb les dones del grup control. Cap de les anàlisis esmentades va resultar significativa ni en homes ni en l'anàlisi sense estratificació per sexe.

Tenint en compte tot el comentat anteriorment, en aquest article es demostra que una intervenció de tres anys basada en un patró dietètic mediterrani, exercici físic amb objectius de pèrdua de pes i teràpia conductual produeix l'allargament dels telòmers en dones, però no en homes. Durant els últims anys, els telòmers han estat un dels biomarcadors d'envelliment que s'han estudiat més perquè canvis en la seva longitud, a causa de la influència de l'estil de vida, poden ser un signe de prevenció d'envelliment accelerat, de l'aparició primerenca de malalties i de millora de l'estat de salut de l'individu. No obstant això, el mecanisme exacte pel qual es pugui explicar per què succeeix únicament en dones i no en homes en el nostre estudi requereix més recerca. Una de les hipòtesis és que, tal com s'ha publicat anteriorment, l'erosió telomèrica és dependent de l'edat en el cas dels homes. Aquest factor deixa els telòmers de les dones més susceptibles de ser modificats per factors ambientals o de l'estil de



**Figura 1.** Canvis en la longitud telomèrica (LT) després de tres anys d'intervenció de l'estudi PREDIMED-Plus en dones i homes, per separat. Mitjana i error estàndard de la mitjana per als canvis en la LT després de tres anys de seguiment en dones i homes per grup d'intervenció. \* $P = 0,036$  entre grups d'intervenció per a dones. Les anàlisis s'ajusten per: edat, índex de massa corporal ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), nivells basals de LT (ràtio T/S), activitat física (MET [equivalents metabòlics] min/setmana), ingesta total d'energia (kcal/dia), fumador (mai fumador o exfumador), adheència a la dieta mediterrània (puntuació disset punts), diabetis (sí o no), hipertensió (sí o no) i dislipèmia (sí o no).  
Font: Elaboració pròpia.

vida, com ho són la dieta i l'exercici físic que segueixen les dones del grup intervenció del nostre estudi. D'altra banda, la base metabòlica i molecular d'acció que podria estar actuant en els nostres resultats, respecte a les diferències observades entre les dones del grup control i del grup intervenció, és el poder antioxidant i antiinflamatori innat de la dieta mediterrània, gràcies a l'alt consum de verdures, fruites, fruita seca, llegums o oli d'oliva verge extra conjuntament amb la disminució del consum de carns vermelles, ultraprocessats o begudes ensucrades. A més, tant la restricció calòrica com l'exercici físic, components claus de la intervenció de l'estudi PREDIMED-Plus, s'han associat amb anterioritat a una longitud telomèrica incrementada, per la qual cosa suggerim que aquests factors dietètics també són claus.

Per a concloure, un estil de vida basat en dieta mediterrània amb restricció calòrica i exercici físic orientat a la pèrdua de pes va incrementar la longitud telomèrica i va disminuir el risc d'escurçament telomèric després de tres anys d'intervenció en dones adultes amb alt risc cardiovascular.



# Actualització del coneixement en interaccions entre medicaments i aliments

AQUILINO GARCÍA PEREA, JOSEP ANTONI TUR MARÍ I CARMEN DEL CAMPO ARROYO

Vocalia Nacional d'Alimentació del Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos.

## INTRODUCCIÓ

La nutrició és una de les funcions bàsiques de l'ésser humà i s'aconsegueix, en condicions de salut òptima, a través de l'absorció dels nutrients que contenen els aliments que s'ingereixen al llarg del dia. Quan la salut s'altera, s'ha de recórrer als fàrmacs, però, de forma simultània, l'ésser humà s'ha de seguir alimentant, cosa que comporta una confluència en temps i via d'administració entre els aliments i els medicaments que pot originar la interacció entre ells. El coneixement i la detecció precoç de les interaccions entre els aliments i els nutrients i alguns medicaments cerca l'optimització de l'efectivitat i la minimització de riscos de toxicitat dels medicaments en els pacients.

En la pràctica habitual de prescripció i dispensació dels medicaments que el pacient requereix, els professionals sanitaris han de comprovar l'absència de criteris de no prescripció i no dispensació per evitar l'aparició d'interaccions, no només entre diferents medicaments sinó també entre medicaments i aliments, com a part del seu protocol essencial de treball.

Apareix la interacció quan l'activitat o l'efecte d'un fàrmac es veuen alterats per la presència o acció d'un altre agent, que pot ser un altre fàrmac, un aliment o un nutrient, que dependrà de les característiques fisiopatològiques del pacient, de la seva dieta i estat nutricional, i de les característiques del principi actiu i forma farmacèutica (García, 2010; Madurga i Sánchez, 2018).

El coneixement d'aquestes interaccions no es va començar a aprofundir fins al segle XX, quan es van demostrar els efectes dels fàrmacs laxants sobre la malabsorció intestinal de vitamines i l'aparició de patologies associades a l'avitaminosi resultant. L'any 1954 es va assenyalar que l'administració d'isoniazida, un inhibidor de la monoamina-oxidasa (IMAO), determinava polineuritis similars a les causades pel dèficit de vitamina B<sub>6</sub>. Poc després, l'any 1963, el coneixement sobre les interaccions de la isoniazida es va ampliar i es va descriure que aquest fàrmac, administrat conjuntament amb aliments rics en amines biògenes, provocava greus crisis hipertensives, patologia que es va anomenar *síndrome del formatge*. L'any 1975 es va demostrar que la warfarina modifica l'activitat i la reutilització de la vitamina K, i produeix malaltia hemorràgica i dèficit mineral ossi (Tur, 2023).

La interacció dels antibiòtics amb alguns aliments es va començar a demostrar els anys vuitanta i noranta del segle passat, com ara el cas de les tetraciclines que redueixen l'absorció de ferro i, si la presa és prolongada, també l'absorció de calci.

A partir d'aquest moment, la comunitat científica i sanitària va decidir que l'interès de les interaccions aliment-medicament no es podia obviar, per la gran repercussió que podien tenir sobre la salut del pacient i per l'optimització de l'èxit terapèutic i de l'estat nutricional.

## TIPUS D'INTERACCIONS ENTRE ALIMENTS I MEDICAMENTS

Hi ha diversos criteris per a classificar les interaccions entre aliments i medicaments, un dels quals és el substrat que veu modificat el seu comportament en presència de

«La nutrició és una de les funcions bàsiques de l'ésser humà.»

l'altre. Així, s'estableixen dos tipus d'interaccions: les interaccions aliment-medicament (IAM), en les quals els aliments poden canviar el comportament dels medicaments i augmentar-ne l'activitat terapèutica, disminuir-la o fins i tot retardar-la, i les interaccions medicament-aliment (IMA), en les quals els medicaments poden canviar la utilització normal dels nutrients i, per tant, són interaccions que poden tenir conseqüències nutricionals (García, 2023).

La classificació més utilitzada a la pràctica té en compte el criteri dels mecanismes d'acció i estableix: interaccions fisicoquímiques, farmacocinètiques i farmacodinàmiques (Murillo-Cubero, 2016).

## INTERACCIONS FISICOQUÍMIQUES

Es deuen exclusivament a fenòmens fisicoquímics i es produeixen sense necessitat que hi intervinguin processos fisiològics de l'organisme. El resultat d'aquestes interaccions sol ser una disminució del fàrmac que s'absorbeix. Entre els mecanismes fisicoquímics més habituals, destaquen:

- Formació de precipitats insolubles amb algun component de l'aliment (cations, proteïnes, fosfats, fitats, tanins, fibra...). L'exemple més conegut és la interacció que passa entre les tetraciclins i la llet i derivats lactis amb la formació d'un precipitat entre el calci i el fàrmac insoluble i, per tant, no absorbible. La concentració sèrica d'aquests fàrmacs quan s'administren de manera conjunta amb la llet o els seus derivats pot estar reduïda en un 50 o 60% (San Miguel i Sánchez, 2011).
- Adsorció del fàrmac a un component de la dieta o viceversa, com és el cas dels aliments amb alt contingut en fibra i pectines, que provoquen dificultats d'accés del fàrmac a la superfície de la mucosa gastrointestinal, cosa que dona lloc a una disminució de la seva biodisponibilitat (San Miguel i Sánchez, 2011).
- Augment de la solubilitat del fàrmac degut a algun component de la dieta. L'exemple més representatiu és el que passa amb l'efecte estimulador dels aliments rics en greix sobre les secrecions gastrointestinals com són les sals biliars, que poden facilitar la dissolució de medicaments liposolubles (griseofulvina i halofantrina) i la seva posterior absorció (Lasheras, 2003; Vidal i Bosch, 2012).

- Modificacions del pH gastrointestinal que poden alterar l'estabilitat dels fàrmacs cap a pH àcid o provocar possibles variacions en el grau de dissociació, i que afectaran fàrmacs o nutrients que es poden absorbir a l'estómac. És el cas de l'eritromicina base i la penicilina G (San Miguel i Sánchez, 2011).
- Interaccions basades en un mecanisme redox, com és el cas dels aliments rics en àcid ascòrbic (vitamina C) i l'absorció del ferro, ja que aquest mineral només s'absorbeix si es troba en estat d'oxidació II, que és promogut pel caràcter reductor de la vitamina C (San Miguel i Sánchez, 2011).

## INTERACCIONS FARMACOCINÈTIQUES

Es produeix una modificació de la farmacocinètica normal del medicament, de manera que provoca una modificació de la concentració del fàrmac a l'organisme i, en conseqüència, al seu lloc d'acció. Els efectes poden ser l'augment, la disminució o l'endarreriment de l'activitat terapèutica. Aquestes interaccions són les més freqüents i es produeixen sobre els processos d'alliberament, absorció, distribució, metabolisme i excreció (LADME, de l'anglès *liberation, absorption, distribution, metabolism and excretion*) (Bermejo, Juana i Hidalgo, 2005).

Entre els exemples més destacats hi ha les dietes riques en vegetals de la família de les crucíferes (cols de Bruselles, coliflor, bròquil, remolatxa, col...), que, pel seu contingut en indoles, presenten una important capacitat d'induir el metabolisme oxidatiu (citocrom P450 1A2 o CYP1A2) i, per això, cal evitar la ingesta de quantitats abundants d'aquests aliments simultàniament amb anticoagulants orals antivitamina K (García, 2023).

Un altre cas cridaner es produeix en la forma de preparació dels aliments, com el rostit de carn a la brasa amb carbó vegetal, que pot influir sobre els enzims metabòlics en originar la formació d'hidrocarburs aromàtics policíclics (PAH) tipus benzopirens que, després de volatilitzar-se, es dipositen sobre la carn. És el cas de fàrmacs com paracetamol, cafeïna, clozapina, fenacetina, tacrina

«Els efectes poden ser l'augment, la disminució o l'endarreriment de l'activitat terapèutica.»

i teofilina, entre d'altres (Mestres i Duran, 2012; Mariné *et al.*, 1986; Nokhodchi i Asare-Addo, 2014; Florez, 2014; Ötles i Senturk, 2014).

## INTERACCIONS FARMACODINÀMIQUES

Aquest tipus d'interaccions produeixen canvis en la resposta del pacient a una combinació fàrmac-aliment, sense modificació en la farmacocinètica del medicament o en la biodisponibilitat del nutrient. Aquestes interaccions poden donar lloc a un efecte sinèrgic i potenciar l'acció del fàrmac, o antagònic i disminuir o inhibir aquesta acció. Es tracta d'interaccions poc freqüents, ja que per la seva pròpia naturalesa els medicaments i els aliments tenen destinacions i finalitats diferents en l'organisme.

La interacció farmacodinàmica més coneguda és la que es dona en dietes riques en vitamina K, que poden reduir l'efecte dels anticoagulants orals antivitaminà K (Bjornson, 1984; Gerson *et al.*, 1972).

Una interacció clàssica, coneguda des dels anys seixanta del segle xx, és la que es produeix amb aliments i begudes rics en tiramina (embotits, xocolata, formatge, iogurt, vi, cervesa, fumats i escabetxats), que poden provocar crisis hipertensives greus a pacients en tractament amb inhibidors no selectius de la monoamina-oxidasa (IMAO), com és el cas de la moclobemida (Nicoteri, 2016).

## PREVENCIÓ

Actualment, al món sanitari la prioritat dels professionals ha de ser prevenir abans de curar, com a objectiu essencial de la seva tasca i emprant per això totes les eines disponibles per a la seva consecució. La prevenció en matèria d'interaccions suposarà la reducció del risc de patir-les, i ajudarà a detectar-les quan ja s'hagin donat i a atenuar-ne les conseqüències.

El professional sanitari amb més accessibilitat per a la població, el farmacèutic comunitari, ha de tenir en compte els factors de risc identificables i fer totes aquelles accions que consideri oportunes per evitar aquestes situacions, tenint en compte que són interaccions que no es detecten amb la mateixa facilitat que les interaccions entre medicaments.

Les accions preventives principals seran:

- Avaluar el risc d'interacció: coneixement i revisió de la història clínica i farmacològica del pacient, anàlisi en tots els fàrmacs de la forma d'administració, dosi, freqüència i durada del tractament, així com les hores d'ingesta dels aliments, disposar de la història dietètica del pacient (incloent-hi el consum de suplementos nutricionals, alcohol i tabac), observar la resposta a la teràpia farmacològica i monitoritzar l'estat nutricional del pacient.
- Mesures específiques per a la prevenció: evitar la prescripció múltiple de fàrmacs, intentant evitar en tot moment les combinacions dels fàrmacs que puguin tenir efectes nutricionalment adversos (modificació de la gana, interferències en l'absorció o aprofitament dels nutrients o induir-ne l'eliminació) i informar al pacient sobre la necessitat de respectar les pautes establertes per evitar els possibles riscos associats a interaccions entre medicaments i aliments.
- Mesures des del punt de vista nutricional: promoure el manteniment de la dieta habitual i, si cal, el canvi d'hàbits dietètics, fer-ho sota supervisió professional i de forma progressiva, revisar la dieta del pacient, orientar-lo sobre els aliments que cal evitar, implicar els professionals en el consell dietètic mitjançant l'elaboració de fulls informatius sobre interaccions dieteticofarmacològiques i vigilar l'estat nutricional del pacient, tenint en compte la possible depleció vitamínica (folats, vitamina D...).

El Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos (CGCOF) va publicar l'abril del 2023 el tractat *Interacciones entre alimentos y medicamentos*, una guia adreçada a tots els professionals de la salut que estan en contacte directe amb l'ús terapèutic del medicament i de l'aliment. Aquest manual, amb trenta capítols i la participació de trenta-set autors, és la guia de referència essencial per a comprendre les complexitats d'aquestes interaccions i brindar una atenció farmacèutica òptima. A finals del 2023, el CGCOF va començar una campanya adreçada a ciutadans i professionals amb l'objectiu de formar, informar i prevenir l'aparició de possibles interaccions aliment-medicament (IAM). Aquesta iniciativa, a través del portal [www.farmacéuticos.com](http://www.farmacéuticos.com) i xarxes socials, comparteix infografies per a la població amb recomanacions i consells farmacèutics, així com fitxes per a professionals sobre principis actius o grups terapèutics amb interaccions rellevants.

## REFERÈNCIES

- BERMEJO, T.; JUANA P. DE; HIDALGO, F. J. (2005). «Interacciones entre fármacos y nutrientes». A: GIL HERNÁNDEZ, A. (coord.). *Tratado de Nutrición*. Vol. IV: *Nutrición clínica*. Madrid: Acción Médica, p. 363-407.
- BJORNSSON, T. D. (1984). «Vitamin K and vitamin K-antagonists». A: Roe D. A.; CAMPBELL, T. C. (ed.). *Drugs and nutrients: The interactive effects*. Nova York: Marcel Dekker, p. 429-473.
- FLOREZ, J. (dir.) (2014). *Farmacología humana*. 6a ed. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson.
- GARCÍA, A. (2010). *Recomendaciones para la administración de ciertos fármacos en relación con las comidas*. Barcelona: Permanyer.
- (2023). «Tipos de interacciones entre alimentos y medicamentos: IAM e IMA». A: GARCÍA, A.; CAMPO, C. DEL; TUR, J. A. (coord.). *Interacciones entre alimentos y medicamentos*. Madrid: Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos; Editorial Médica Panamericana, p. 13-21.
- GARCÍA GALDEANO, J. M.; GARCÍA-AGUA SOLER, N. (2023). «Prevención de interacciones medicamento-alimento. Medicamentos que se deben tomar con o sin alimentos». A: GARCÍA, A.; CAMPO, C. DEL; TUR, J. A. (coord.). *Interacciones entre alimentos y medicamentos*. Madrid: Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos; Editorial Médica Panamericana, p. 23-31.
- GERSON, C. D. [et al.] (1972). «Inhibition by diphenylhydantoin of folic acid absorption». *Gastroenterology* [en línea], 63 (2), p. 246-251. <[https://doi.org/10.1016/S0016-5085\(19\)33310-4](https://doi.org/10.1016/S0016-5085(19)33310-4)>.
- LASHERAS, B. (2003). «Bases farmacológicas de las interacciones entre fármacos y nutrientes». A: ASTIASARÁN, I. (dir.). *Alimentos y nutrición en la práctica sanitaria*. Madrid: Díaz de Santos, p. 421-436.
- MADURGA, M.; SÁNCHEZ, F. (2018). «Food and drug adverse interactions: Types, identification and update». *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia* [en línea], 84 (2), p. 216-225. <[https://analesranf.com/wp-content/uploads/2018/84\\_02/8402\\_08.pdf](https://analesranf.com/wp-content/uploads/2018/84_02/8402_08.pdf)> [Consulta: 24 març 2024].
- MARINÉ, A. [et al.] (1986). *Manual de interacciones alimentos-medicamentos*. Barcelona: Collegi Oficial de Farmacèutics de Barcelona; Facultat de Farmàcia de la Universitat de Barcelona.
- MESTRES, C.; DURAN, M. (2012). «Interacciones fármaco alimento de tipo farmacocinético». A: MESTRES, C.; DURAN, M. (ed.). *Farmacología en nutrición*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, p. 217-223.
- MURILLO-CUBERO, J.; VILLALOBOS, A. (2016). «Interacciones alimento-medicamento». *Crónicas Científicas* [en línea], 4 (4), p. 8-17. <<https://cronicas.cientificas.com/es/edicion-iv-setiembre-diciembre-2016/interacciones-alimento-medicamento>> [Consulta: 24 març 2024].
- NICOTERI J. A. L. (2016). «Food-drug interactions: putting evidence into practice». *The Nurse Practitioner*, 41 (2), p. 1-17. <<https://doi.org/10.1097/01.npr.0000476374.12244.0a>>.
- NOKHODCHI, A.; ASARE-ADDO, K. (2014). «Drug release from matrix tablets: physiological parameters and the effect of food». *Expert Opinion on Drug Delivery*, 11 (9), p. 1401-1418. <<https://doi.org/10.1517/17425247.2014.924498>>.
- ÖTLES, S.; SENTURK, A. (2014). «Food and drug interactions: a general review». *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* [en línea], 13 (1), p. 89-102. <<https://doi.org/10.17306/J.AFS.2014.1.8>>.
- SAN MIGUEL, M. T.; SÁNCHEZ, J. L. (2011). «Interacciones alimento-medicamento». *Información Terapéutica de Sistema Nacional de Salud* [en línea], 35 (1), p. 3-12. <[https://www.sanidad.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos\\_propios/infMedic/docs/vol35\\_1\\_Interacciones.pdf](https://www.sanidad.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/infMedic/docs/vol35_1_Interacciones.pdf)> [Consulta: 22 març 2024].
- TUR, J. A. (2023). «Introducción histórico-farmacológica a las interacciones alimento-medicamento». A: GARCÍA, A.; CAMPO, C. DEL; TUR, J. A. (coord.). *Interacciones entre alimentos y medicamentos*. Madrid: Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos; Editorial Médica Panamericana, p. 3-8.
- VIDAL, C.; BOSCH, J. (2012). «Interacciones entre alimentos y medicamentos». A: CARBAJAL, Á.; MARTÍNEZ, C. (coord.). *Manual práctico de nutrición y salud Kellogg's*. Madrid: Exlibris, p. 156-182.
- WON, C. S.; OBERLIES, N. H.; PAINE, M. F. (2012). «Mechanisms underlying food-drug interactions: Inhibition of intestinal metabolism and transport». *Pharmacology & Therapeutics*, 136 (2), p. 186-201. <<https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2012.08.001>>.

# Sabies que...

## ELS ALIMENTS ULTRAPROCESSATS I LA SALUT MENTAL

Els aliments ultraprocessats, tot i ser molt palatables i fàcils de consumir, poden tenir un impacte negatiu en la salut mental i augmentar el risc de trastorns com ara l'ansietat, la depressió i fins i tot la demència. Estudis recents han demostrat que el consum excessiu d'aquests aliments, a més d'estar associat a problemes de salut cardiometabòlics, també comporta una probabilitat més gran de patir afeccions mentals. A més, s'ha observat que els nombrosos additius artificials presents als aliments ultraprocessats poden interferir en la producció de neurotransmissors i afectar el benestar mental i emocional. Fins i tot, s'ha suggerit que aquests aliments poden generar addicció, amb taxes similars a les de l'addicció a l'alcohol i el tabac. L'exposició a aliments ultraprocessats ha portat a una reducció en el consum d'aliments saludables, com ara les fruites, les verdures i els cereals integrals, fet que planteja la necessitat d'implementar mesures de salut pública per reduir-ne el consum i millorar la salut humana.

### REFERÈNCIES

LANE, M. M.; GAMAGE, E.; TRAVICA, N.; DISSANAYAKA, T.; ASHTREE, D. N.; GAUCI, S.; LOTFALIANY, M.; O'NEIL, A.; JACKA, F. N.; MARX, W. (2022). «Ultra-processed food consumption and mental health: A systematic review and meta-analysis of observational studies». *Nutrients* [en línia], 14 (13), article 2568. <<https://doi.org/10.3390/nu14132568>>.

LI, H.; LI, S.; YANG, H.; ZHANG, Y.; ZHANG, S.; MA, Y.; HOU, Y.; ZHANG, X.; NIU, K.; BORNÉ, Y.; WANG, Y. (2022). «Association of ultraprocessed food consumption with risk of dementia: A prospective cohort study». *Neurology* [en línia], 99 (10), p. e1056-e1066. <<https://doi.org/10.1212/wnl.0000000000200871>>.

UNIVERSITAT DE MICHIGAN (s. a.). *Yale Food Addiction Scale* [en línia]. <<https://sites.lsa.umich.edu/fastlab/yale-food-addiction-scale>> [Consulta: 2 març 2024].

**MARTA CASTELLS CUIXART**

Doctora en farmàcia. Màster en Nutrició. Diploma d'especialització en alimentació i nutrició aplicada per l'Escola Nacional de Sanitat (Institut de Salut Carlos III). Membre de la Reial Acadèmia de Farmàcia de Catalunya

**ISABEL LABAD URGELL**

Llicenciada en farmàcia

## LA FERMENTACIÓ DE PRECISIÓ ÉS UNA TECNOLOGIA QUE S'UTILITZA PER SUBSTITUIR LA PRODUCCIÓ CONVENCIONAL DE PROTEINES

La societat està cada cop més conscienciada del dany mediambiental i ètic que es produeix com a conseqüència de la producció intensiva dels aliments d'origen vegetal i animal. Aquest és un problema que hem de resoldre amb la màxima celeritat per poder disposar d'una producció sostenible d'aliments. La utilització de la biotecnologia ens permet desenvolupar nous sistemes de producció innovadors molt diferents dels clàssics, amb els quals podem obtenir aliments mitjançant la utilització de microorganismes, especialment seleccionats per crear ingredients sense necessitat de disposar d'una explotació ramadera.

La fermentació de precisió ens permet obtenir ingredients amb un alt nivell de precisió molecular. El procés per etapes és altament complex i especialitzat. L'inici correspon a la selecció del microorganisme (bacteris, fongs, llevats, algues). A continuació, mitjançant enginyeria genètica, els microorganismes es modifiquen genèticament, per obtenir l'ingredient desitjat. El pas següent és ja la fermentació en un medi de cultiu adequat per obtenir el màxim rendiment del microorganisme. Finalment, l'etapa de la purificació (centrifugació, filtració, cromatografia) separarà l'ingredient obtingut dels components que constitueixen el medi de cultiu utilitzat pel microorganisme.

Actualment, hi ha un nombre important d'empreses que estan fabricant tant a Europa com als Estats Units proteïnes de la llet i de la carn a partir de cultius cel·lulars, amb grans inversions de diners. Entre les proteïnes làcties podem trobar la caseïna i les proteïnes del sèrum tals com la beta-lactoglobulina i la lactoferrina.

L'aplicació d'aquesta nova tecnologia presenta molts avantatges en relació amb el sistema alimentari convencional, i compta amb una bona acceptació del mercat, encara que actualment limitada per regulacions legislatives, especialment a Europa, per la European Food Safety Authority (EFSA). En canvi, als Estats Units ja hi ha diverses proteïnes obtingudes mitjançant la tecnologia de la fermentació de precisió que estan aprovades per la Food and Drug Administration (FDA) i comercialitzades.

### REFERÈNCIES

- AUGUSTIN, M. A.; HARTLEY, C. J.; MALONEY, G.; TYNDALL, S. (2024). «Innovation in precision fermentation for food ingredients». *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [en línia], 64 (18), p. 6218-6238. <<https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2166014>>.
- AUTORITAT EUROPEA DE SEURETAT ALIMENTÀRIA (EFSA) (2023, 10 maig). *Seguridad de los alimentos derivados de cultivos celulares: listos para la evaluación científica* [en línia]. <<https://www.efsa.europa.eu/es/news/safety-cell-culture-derived-food-ready-scientific-evaluation>> [Consulta: 10 maig 2023].
- BUSHNELL, C.; SPECHT, L.; ALMY, J. (ed.) (2022). *2022 State of the industry report. Fermentation: Meat, seafood, eggs, and dairy* [en línia]. <<https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Fermentation-State-of-the-Industry-Report-1.pdf>> [Consulta: 7 abril 2023].
- CHAI, K. F., NG, K. R.; SAMARASIRI, M.; CHEN, W. N. (2022). «Precision fermentation to advance fungal food fermentations». *Current Opinion in Food Science* [en línia], 47, article 100881. <<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100881>>.
- HETTINGA, K.; BIL, E. (2022). «Can recombinant milk proteins replace those produced by animals?». *Current Opinion in Biotechnology* [en línia], 75, article 102690. <<https://doi.org/10.1016/j.copbio.2022.102690>>.

**RICARD CHIFRÉ PETIT**

Nutricionista i tecnòleg d'aliments

## BARCELONA HA ESTAT LA CAPITAL DELS OCEANS

L'assemblea de l'Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura (UNESCO) es va reunir a Barcelona, del 10 al 12 d'abril, per celebrar la Conferència del Decenni de l'Oceà del 2024, amb el títol «La ciència que necessitem per a l'oceà que volem» (vegeu <https://oceandecade.org/es/events/2024-ocean-decade-conference>).

La Conferència del Decenni de l'Oceà del 2024 va ser la culminació de tota una setmana d'esdeveniments que van tenir lloc a Barcelona del 8 al 12 d'abril, amb més de cent trenta actes paral·lels, tant presencials al Centre de Convencions Internacionals de Barcelona (CCIB) els tres dies de la Conferència com externs els dies 8 i 9 d'abril, que van complementar la programació oficial.

Els esdeveniments paral·lels externs, molts dels quals oberts al públic, es van ubicar en quatre centres principals al voltant de la ciutat amb un fort vincle amb les ciències i les solucions oceàniques: Ocean Hub, Sea Hub, Port Hub i City Hub. Van estar orientats a l'acció i van contribuir de forma tangible als resultats finals de la Conferència del Decenni de l'Oceà del 2024. Van proporcionar fòrums addicionals per al debat, el *networking* i l'intercanvi de coneixements, en diversos formats, com ara panells de debat, presentacions, tallers interactius o diàlegs.

Els oceans representen el 70% de la superfície del planeta i acullen una gran diversitat, enormes extensions d'aigua essencials per a la vida. Actualment, estan patint l'escalfament de les aigües amb una gran mortalitat d'ecosistemes i també l'abocament d'escombraries. Segons la biòloga marina Eva Galimany se n'acumulen més de cent cinquanta milions de tones procedents, majoritàriament, de les ciutats costaneres més poblades.

El 2023, els estats membres de les Nacions Unides van adoptar un acord històric, després de gairebé dues dècades discutint-ne els termes, en el qual es responsabilitzen de la conservació i l'ús sostenible dels oceans.

L'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (ACCA) és conscient dels problemes a què s'enfronten els oceans i dona suport a les iniciatives que volen evitar que els oceans es converteixin en un gran abocador i que afavoreixen que continuïn sent un tresor per a tots.

**RICARD COLOMÉ SERVETO**

Agrònom. Banc dels Aliments de Barcelona

## LA INICIATIVA GLOBAL DE SEGURETAT ALIMENTÀRIA (GFSI, DE L'ANGLÈS GLOBAL FOOD SAFETY INITIATIVE) FOMENTA LA SEGURETAT ALIMENTÀRIA A ESCALA MUNDIAL

La GFSI, o Iniciativa Global de Seguretat Alimentària (de l'anglès Global Food Safety Initiative), és una entitat col·laborativa entre empreses de la indústria alimentària, organitzacions governamentals i organitzacions no governamentals, l'objectiu de les quals és promoure la millora contínua en la seguretat alimentària a través de l'harmonització d'estàndards i la promoció de les millors pràctiques a la cadena de subministrament alimentària a escala mundial (vegeu <https://mygfsi.com>).

Es va crear el 2000 i va reunir les parts interessades de la indústria alimentària mundial per fomentar l'avenç de la seguretat alimentària.

Una de les principals accions de la GFSI és la realització d'un *benchmarking* de les diferents normes de seguretat alimentària per assegurar que cadascun d'aquests estàndards (com IFS, BRCGS o FSSC22000 i altres esquemes GFSI) compleixen els requisits establerts pels integrants d'aquesta associació i harmonitzar així els continguts de manera global. L'objectiu és garantir la qualitat i la seguretat dels aliments des de la producció fins al consum final.

**CATHERINE VIDAL ORTEGA**

Doctora en farmàcia. Acadèmica corresponent de la Reial Acadèmia de Farmàcia de Catalunya. Especialista en sistemes de gestió de la qualitat

# Benvolguts nous socis i noves sòcies



**En nom propi i de tots els membres de la Junta de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (ACCA) us volem donar una afectuosa benvinguda a la nostra associació, ara també vostra.**

Yoselin Lisbeth Aguilar Piedra, R. Núria Aleixandre Cerarols, Eduard Arruga i Valeri, Marta Castells Cuixart, Maria Darriba Corneli, María Fernández de la Puente Cervera, Jordi Graupera Martí, Arnau Molina Olvera, Sandra Puigarnau Arenas, Regina Puiggròs Vega, Enrique Ruiz Moreno, Berta Torres Cobo  
i Clara Vergés Basagaña

- Com sabeu, som un **grup molt divers de professionals units per l'interès per l'alimentació** en tots els seus aspectes.

- Des de 1979 promovem tota mena d'**activitats relacionades amb el món de la salut i la seguretat alimentària** en les terres de llengua i cultura catalanes. **Organitzem conferències i jornades tècniques** en col·laboració amb grups de recerca i altres entitats del nostre àmbit. Com a socis, ja sabeu que teniu accés gratuït i descomptes en conferències, jornades i formacions organitzades per l'ACCA.

- També **promovem la publicació de la revista TECA**, que, com a socis, heu rebut i teniu a les mans. TECA: TECNOLOGIA I CIÈNCIA DELS ALIMENTS és una revista sorgida amb el propòsit de fomentar la relació entre els associats de l'ACCA i promoure l'intercanvi de coneixements, així com fer divulgació de temes relacionats amb les ciències i l'alimentació a les persones interessades en aquests camps. Ara que formeu part de l'ACCA, us convidem a participar en els continguts i l'elaboració de la revista; vegeu, a l'apartat de «Comunicació», de quines maneres hi podeu participar.

- Si sou estudiants, sapiguen que des de l'ACCA **oferim eines per al desenvolupament professional** i facilitem el contacte amb experts del sector de l'alimentació.

- **Tenim el web, el Butlletí i les xarxes socials** de l'ACCA a la vostra disposició, tant per accedir-hi com

per participar en l'elaboració dels seus continguts. Si escriviu llibres, articles o reflexions, o bé organitzeu jornades i voleu compartir-ho, com a socis podeu fer propostes per publicar-ho a les nostres xarxes socials i, d'aquesta manera, fer-ne una difusió més àmplia.

**Ens agradaria conèixer-vos una mica i ajudar-vos a fer que la vostra incorporació a l'Associació us sigui profitosa. Per això, ens agradaria saber els vostres interessos professionals i conèixer els vostres currículums, per veure com us podem ajudar i com podem sumar plegats. Com a presidenta de l'ACCA, m'agradaria saludar-vos personalment a cadascun de vosaltres, ja sigui a les nostres instal·lacions o durant alguna activitat de l'ACCA a la qual assistiu.**

**Estem molt contents que sigueu amb nosaltres i esperem que us resultin interessants les activitats, comunicacions i informacions de l'Associació, i que trobem molts moments per compartir.**

*Benvinguts i benvingudes*

**Montserrat Rivero i Urgell**

Presidenta de l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació, societat filial de l'Institut d'Estudis Catalans





# Activitats 2023-2024

- *Maig de 2023.* Visita de membres de l'ACCA i voluntaris del Centre d'Estudis dels Bancs d'Aliments Catalans al Foodback, el Centre d'Aprofitament Alimentari de Mercabarna, un projecte pioner en gestió d'excedents als mercats majoristes d'Espanya.
- *9 de maig de 2023.* Presentació oficial, a l'Hospital de Sant Pau de Barcelona, de la *Guia per a la prevenció del malbaratament alimentari en hospitals i residències geriàtriques*, promoguda pel Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya, i elaborada en col·laboració amb diverses entitats i empreses del sector, per al disseny i implantació de plans de prevenció i programes de reducció del malbaratament alimentari en hospitals i residències.
- *19 de maig de 2023.* Visita de membres de l'ACCA a l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentària (IRTA) de Monells (Girona), per conèixer les activitats que duen a terme els investigadors de l'àrea d'indústries alimentàries, visitar les instal·lacions i la granja, i compartir plegats un dinar.
- *25 de maig de 2023.* Jornada «Nit de l'alimentació» organitzada per l'ACCA, amb motiu de la celebració del Dia Mundial de la Nutrició, per donar a conèixer la col·laboració que ha iniciat amb el Banc dels Aliments (BdA). Les tres guanyadores del Premi M. del Carmen de la Torre Boronat en la convocatòria dels Premis Sant Jordi 2023 de l'IEC varen presentar els projectes guanyadors. Finalment, es va fer la presentació del llibre *Menjar bé per créixer millor*, a càrrec de les seves autores, Rita Rigolfas, Laura Padró i Pilar Cervera.
- *8 de juny de 2023.* Junta i Assemblea de la Federació de Societats Espanyoles de Nutrició, Alimentació i Dietètica (FESNAD).
- *21 de juny de 2023.* Lectura del discurs d'ingrés d'Anna Bach i Miralles, membre de l'ACCA, com a acadèmica corresponent, a la Reial Acadèmia de Farmàcia de Catalunya (RAFC), titulat «Dieta mediterrània, saludable i sostenible?». Acte presentat per la presidenta de l'ACCA i membre numerària de la RAFC, Montserrat Rivero.
- *15 de setembre de 2023.* Visita i posterior dinar de germanor al centre EURECAT de Reus, on Francesc Puiggròs i el seu equip d'investigadors van presentar les àrees de desenvolupament del centre, els seus àmbits estratègics, les seves aliances i els seus projectes dins de l'àrea de biotecnologia. Al seu torn, Montserrat Rivero va presentar l'ACCA i el Banc dels Aliments.
- *27 de setembre de 2023.* Assistència a la conferència «Alimentos ultraprocesados: una confusión para el ciudadano», a la fira Alimentaria Foodtech, organitzada per la Fundació Triptolemos, on es va tractar dels aspectes nutricionals, socials, econòmics, culturals, de comportament i de formació del sistema alimentari. Destaquem les interessants aportacions que hi va fer Abel Mariné, expresident de l'ACCA i membre de l'IEC.
- *17 d'octubre de 2023.* Participació de l'ACCA, per mitjà de Francesc Puiggròs, a la VII Jornada Aprofitem els Aliments: «Innovació i recerca en la prevenció de les pèrdues i el malbaratament alimentaris a Catalunya», a l'Estació Enològica de Reus del Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural. Puiggròs va intervenir per posar en valor el Centre d'Estudis dels Bancs d'Aliments Catalans com una eina a la disposició dels assistents per a fomentar iniciatives de millora en aquest àmbit.
- *24 d'octubre de 2023.* Celebració del Dia Mundial de l'Alimentació amb la Jornada ACCA «One Health. Plantes, animals, microorganismes i persones». Joan Tibau, vocal de la Junta de l'ACCA va presentar els objectius de One Health. Les ponències van ser: «Importància de les comunitats microbianes en la salut ambiental dels agrosistemes», per Marc Viñas, de l'IRTA; «Relacions entre la salut animal i la salut humana», per Júlia Vergara, del CRESA; «Resistència als antibiòtics i salut», per Laila Darwich, de la UAB, i «Agricultura, producció d'aliments i salut humana», per Robert Save, de l'IRTA i de la ICEA.
- *7 de novembre de 2023.* Xerrada sobre pobresa alimentària a l'Institut Joan d'Àustria de Barcelona, davant d'un auditori de cent vint nois i noies, de catorze anys, amb la finalitat de donar-los a conèixer millor el nivell de pobresa de la nostra ciutat i presentar-los els objectius de solidaritat i sostenibilitat del Banc dels Aliments.



# Activitats 2023-2024

- *15 de novembre de 2023.* Lliurament del Premi Sferic Award 2022-2023 al restaurant Disfrutar de Barcelona, a càrrec de Montserrat Rivero. L'acte va tenir lloc al paranimf de la Universitat de Barcelona, organitzat per Science and Cooking World Congress amb la col·laboració de l'ACCA.
- *15 de novembre de 2023.* Participació en el taller «Definim el futur dels entorns alimentaris en barris en situacions de vulnerabilitat», organitzat per Foodclíc. L'acte tenia com a objectiu aconseguir una alimentació més saludable i sostenible, especialment en els barris metropolitans amb població vulnerable.
- *23 de novembre de 2023.* XXI edició de les Ajudes Ordesa per a la millora de la salut i la nutrició de la infància més vulnerable. L'acte va tenir lloc a la RAFC, on la Fundació Ordesa, entitat que té com a objectiu la promoció de la millora de les condicions de vida, nutrició i salut infantil, va atorgar els ajuts 2023.
- *24 de novembre de 2023.* IX Jornada de Treball i Crisi organitzada per l'ONG T'acompanyem. La iniciativa va tenir com a objectiu reunir el síndic de greuges per posar en comú el problema social de la pobresa a Barcelona. Hi van participar la Fundació ASSIS de Sarrià, la Fundació EVECHO i la Comunitat Activa de la Fundació ABD amb el Centre d'Estudis dels Bancs d'Aliments Catalans. L'acte va comptar amb la presència del gerent de l'Àrea d'Urbanisme de l'Ajuntament de Barcelona i de representants de Càritas i dels Serveis Socials de Barcelona.
- *27 de novembre de 2023.* Reunió científica INSA-ACCA-BdA, al Campus de l'Alimentació de Torribera, amb la participació de Montserrat Rivero, que formà part del Scientific Advisory Board de l'INSA-UB (Institut de Recerca en Nutrició i Seguretat Alimentària), per conèixer i valorar els programes i les activitats científiques que duu a terme aquest magnífic institut de les ciències de l'alimentació i la nutrició de la Universitat de Barcelona, que acaba d'aconseguir un projecte d'excel·lència Maria de Maeztu de dos milions d'euros.
- *4 de desembre de 2023.* Signatura del conveni entre el Banc dels Aliments i l'IEC a través de l'ACCA.



Signants, de dreta a esquerra: Lluís Fatjó-Vilas (president del Banc dels Aliments), Roser Brutau (vicepresidenta del Banc dels Aliments), Àngel Messeguer (secretari general de l'IEC), Teresa Cabré (presidenta de l'IEC) i Montserrat Rivero (presidenta de l'ACCA i directora del Centre d'Estudis dels Bancs d'Aliments Catalans).

- *4 de desembre de 2023.* Sessió de treball conjunta amb el Comitè de Direcció del Banc dels Aliments i els voluntaris i voluntàries de l'ACCA al Centre d'Estudis dels Bancs d'Aliments Catalans. La trobada va tenir com a objectiu conèixer millor com pot col·laborar el Centre d'Estudis el 2024 amb les necessitats de la resta de departaments del Banc dels Aliments en activitats, projectes, acompanyament en diverses reunions, així com aportacions a les noves lleis i reglamentacions tant catalanes com espanyoles o europees.
- *12 de desembre de 2023.* Jornada ACCA «Notícies falses i desinformació en l'àmbit de les ciències de l'alimentació», organitzada per l'ACCA-IEC. Pretenia ajudar a distingir notícies falses en temes d'alimentació. S'hi explicaren les eines digitals per a la verificació de notícies i quin paper hi té la intel·ligència artificial, aliments miraculosos i mites que no marxen, com els verifiquem a Internet, i la iniciativa «Alimenta't amb ciència» per frenar la propagació de notícies falses i desinformació. S'hi presentà el llibre *A tomate pocho, no le hinques el diente*, de Mario Sánchez Rosagro.



Jornada ACCA.

- *18 de gener de 2024.* Rebuda per part de la presidenta del Parlament de Catalunya, Anna Erra, de més d'un centenar de representants i voluntaris dels Bancs dels Aliments de Catalunya, encapçalats pel president del de Barcelona, Lluís Fatjó-Vilas, qui va posar en relleu el «valor del voluntariat» i la «importància que els sectors públic i privat col·laborin» en un moment en què, ha remarcat, «els bancs d'aliments necessitem més suport».
- *26 de gener de 2024.* Entrega dels premis del Centre Català de la Nutrició de l'IEC (CCNIEC), una entitat que reuneix els Grups de Recerca de Catalunya, les Illes Balears i el País Valencià i desenvolupa una tasca de recerca, informació i docència. Atorga premis anuals a les millors tesis doctorals i a diferents entitats. Una d'elles és a la millor iniciativa de la indústria alimentària en el camp de la millora de l'alimentació de la població, i ha estat atorgada al Banc dels Aliments de Barcelona. El premi va ser recollit pel president del BdA Lluís Fatjó-Vilas.



Alguns dels membres de l'ACCA que van assistir a la Jornada.

- *29 de gener de 2024.* Lectura del discurs d'ingrés de M. Carmen Vidal Carou a la Reial Acadèmia de Farmàcia de Catalunya, titulat «De la intoxicació a la intolerància a la histamina. Un canvi de paradigma per donar resposta a moltes incerteses associades a la intoxicació histamínica».
- *1 de febrer de 2024.* Jornada «Tres motors del sector agroalimentari català», organitzada per la Institució Catalana d'Estudis Agraris en record i reconeixement a tres grans personatges rellevants i innovadors que ens van deixar i varen ser claus per Catalunya: Jordi Maymó, empresari visionari i innovador; Jordi Peix, Fundador del Banc dels Aliments de Barcelona, i Josep Tarragó, fundador de l'IRTA.
- *11 de març de 2024.* Sessió pública extraordinària organitzada per la secció II, Biologia i Farmacologia, i la secció IV, Salut Pública, Alimentació i Ambient, sobre «Interacció aliments-medicaments», amb els ponents Aquilino García Perea, acadèmic corresponent de la Reial Acadèmia de Farmàcia de Catalunya i vocal nacional d'Alimentació del Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos; Josep Antoni Tur Marí, acadèmic corresponent de la Reial Acadèmia de Farmàcia de Catalunya i catedràtic de fisiologia de la Universitat de les Illes Balears, i M. Carmen del Campo Arroyo, vocal d'Alimentació del Col·legi Oficial de Farmacèutics de Ciudad Real.
- *11 de març de 2024.* Lliurament de beques per a estudiants a l'estranger i reconeixement de l'ONG La Sagrera es Mou, organitzat per l'Ajuntament de Barcelona. L'ACCA va estar convidada, a l'Ajuntament de Barcelona, als dos actes següents:

- La conferència sobre «La innovació de futur. Relevància i excel·lència», a càrrec d'Israel Ruiz, exvicepresident executiu i tresorer del Massachusetts Institute of Technology (MIT) i president d'Engine Ventures. L'acte va estar presidit per l'alcalde, Jaume Collboni, qui va destacar l'entitat Societat Econòmica Barcelonès d'Amics del País que, un any més, va destinar 80.000 euros a fomentar l'excel·lència investigadora del nostre país i la igualtat d'oportunitats.
- Lliurament del premi Llegat Valldejuli, dotat amb 20.000 euros, a l'associació La Sagrera es Mou.



# Activitats 2023-2024

- *18 de març de 2024.* Participació de l'ACCA a les Jornades Aliber, dins de l'espai de la fira Alimentaria, organitzades per la FIAB, amb la intervenció del Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació, LEITAT, l'IRTA, el CTNC i diferents universitats.
- *22 de març de 2024.* Participació de l'ACCA i del Centre d'Estudis dels Bancs d'Aliments Catalans en la conferència en línia organitzada per The Belgium Federation of Food Banks (BFFB) sobre les inversions fetes pel Banc dels Aliments de Bèlgica.
- *3 d'abril de 2024.* Sopar de gala a la sostenibilitat del XII Congrés Nacional CYTA-CESIA, organitzat conjuntament per la Universitat de Barcelona i la Universitat Autònoma de Barcelona. El Congrés, que va tenir lloc entre els dies 2 i 4 d'abril de 2024, a l'edifici històric de la UB, és un punt de trobada d'investigadors i professionals de l'àmbit de la ciència, la tecnologia i l'enginyeria dels aliments. En el Comitè Organitzador hi havia els membres de l'actual Junta Directiva de l'ACCA Carolina Ripollés i Oriol Comas.

El sopar de gala, que va tenir lloc al pati de l'IEC, fou dissenyat i cuinat a càrrec de la xef Ada Parellada, del restaurant Semproniana de Barcelona, i va comptar amb el suport de l'ACCA. Va girar entorn de la sostenibilitat alimentària i va combinar tradició i innovació per oferir una experiència gastronòmica singular i inèdita.



Assistents al sopar de gala a l'IEC.

- *16 d'abril de 2024.* Tallers de futur sobre malbaratament alimentari i dret a l'alimentació del projecte europeu Cultivate de la Universitat de Barcelona dins del Pla Estratègic de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Hi van participar moltes entitats, entre les quals destaquem l'Ajuntament de Barcelona, departaments com el de Polítiques Alimentàries i Serveis Socials, Càritas, Espigoladors, Fundesplai, Pont Alimentari, Plataforma Aprofitem els Aliments i el Centre d'Estudis dels Bancs d'Aliments Catalans, entre d'altres.
- *23 d'abril de 2024.* Acte de lliurament del Premi Sant Jordi 2024 de l'IEC. Premi M. del Carmen de la Torre Boronat de l'ACCA. En aquesta convocatòria (2024) s'han presentat: divuit treballs en la categoria A, treballs de final de grau i de màster, i catorze treballs en la categoria B, treballs de doctorat. Els guanyadors han estat: Xavier Marín Anglada i Arnau Molina Olvera, en la categoria A, i María Fernández de la Puente, en la categoria B (premi patrocinat per Ordesa Lab).



Guanyadors del premi ACCA.

- *24 d'abril de 2024.* Taller «Proteïna vegetal en la teva alimentació», organitzat per l'ACCA, amb la col·laboració d'Ametller Origen. En quins aliments d'origen vegetal les trobem? Quina quantitat n'hem de menjar? Puc cobrir les necessitats només amb aliments d'origen vegetal? L'objectiu del taller és descobrir aquestes qüestions, gràcies al xef Cintet i a Eulàlia Vidal, sòcia de l'ACCA i coordinadora del Consell Assessor de Salut d'Ametller Origen.



## COMUNICACIÓ

Per tal d'arribar a més gent i poder ser un referent divulgatiu en temes de ciència i alimentació al nostre país, estem treballant per ser presents i actius a les xarxes socials i per dinamitzar el nostre web.

### WEB

Al web <https://acca.iec.cat> teniu notícies, articles, esdeveniments, la revista TECA en línia, recursos i l'apartat per fer-se soci/sòcia de l'Associació.

Per a temes més immediats i quotidians, també podeu trobar-nos a les xarxes socials Facebook i X. Busqueu-nos, seguïu-nos i @etiqueteu-nos, perquè així, entre tots, ampliarem la comunitat ACCA.

### XARXES SOCIALS

**Web:** <https://acca.iec.cat>

**Facebook:** <https://www.facebook.com/associaciocatalanacienciesalimentacio>

**X:** [https://twitter.com/ACCA\\_iec](https://twitter.com/ACCA_iec) **Usuari:** @ACCA\_iec

**Instagram:** @ACCA\_iec

## BUTLLETÍ DE L'ACCA

Un cop cada dos o tres mesos enviem a l'adreça electrònica dels nostres socis i sòcies el *Butlletí de l'ACCA*, un butlletí electrònic (llista de distribució per correu electrònic) que recull notícies d'actualitat de l'ACCA i temes de ciència i alimentació que pensem que poden ser d'interès. Aquest butlletí electrònic només el rebran els socis i les sòcies, que, d'un cop d'ull, podran estar al dia de les notícies de l'Associació i gaudir de descomptes en jornades i esdeveniments en els quals l'ACCA estigui implicada.



## PARTICIPACIÓ

### VOLS PUBLICAR UNA ENTRADA AL WEB DE L'ACCA?

Si teniu articles que hàgiu publicat, participeu en esdeveniments que poden ser interessants, voleu fer alguna ressenya d'un acte, feu una presentació i la voleu donar a conèixer, teniu un treball interessant..., compartiu la informació! En podem fer una entrada al web de l'ACCA; només cal que us poseu en contacte amb nosaltres a través del formulari del web, a l'apartat «Contacte».

# TECA

## ET VOLEM ESCOLTAR

Ens agradaria rebre aportacions o reflexions obertes sobre algun tema relacionat amb la revista o amb l'Associació. Ens podeu fer arribar els vostres textos escrivint un correu electrònic a: [acca@iec.cat](mailto:acca@iec.cat).

# PUBLICAR A **TECA**

## LLIURAMENT DELS ARTICLES

Els treballs s'han de fer arribar a la revista **TECA: TECNOLOGIA I CIÈNCIA DELS ALIMENTS**, a l'adreça de correu electrònic [acca@iec.cat](mailto:acca@iec.cat). Un cop acceptada la seva idoneïtat de contingut i format, tant pel Comitè de Publicacions com per la coordinació editorial, se'n farà la correcció ortogràfica en català. Els articles es publicaran en la revista en paper i també es podran veure a través de l'Hemeroteca Científica Catalana (<https://revistes.iec.cat>).

## ASPECTES COMUNS A TOTS ELS ARTICLES

Tipus i cos de lletra: Times New Roman 12. Marges: 25 mm. Espai doble entre línies. Resum d'entre 75 i 200 paraules en català i anglès, que ha de ser independent del text principal de l'article i no ha de contenir citacions bibliogràfiques ni abreviacions sense desenvolupar. Cal consignar paraules clau en català i en anglès. La numeració de les pàgines ha de començar a la pàgina del títol. Les taules i les figures s'han de presentar en una pàgina per a cadascuna.

## DADES DELS AUTORS

Nom complet amb els dos cognoms i nom dels departaments i les institucions als quals es vol atribuir el treball.

## CITACIONS BIBLIOGRÀFIQUES

Les citacions bibliogràfiques s'han d'ordenar alfabèticament a partir del primer cognom del primer autor. Es poden citar aquells articles acceptats però no publicats, esmentant el títol de la revista seguit d'«en premsa» entre parèntesis. Els títols de les revistes s'han d'abreujar segons l'estil dels índexs internacionals.

## DRETS D'AUTOR I RESPONSABILITATS

La propietat intel·lectual dels articles és dels respectius autors.

En el moment de lliurar els articles a **TECA: TECNOLOGIA I CIÈNCIA DELS ALIMENTS** per sol·licitar-ne la publicació, els autors accepten els termes següents:

— Els autors cedeixen a l'Associació Catalana de Ciències de l'Alimentació (ACCA, filial de l'Institut d'Estudis Catalans) els drets de reproducció, comunicació pública (incloent-hi la comunicació a través de les xarxes socials) i distribució dels articles presentats per a ser publicats a **TECA**, en qualsevol forma i suport, i per qualsevol mitjà, incloses les plataformes digitals. El Comitè Editorial es reserva els drets d'acceptar o de refusar els treballs presentats i, igualment, es reserva el dret de fer qualsevol modificació editorial que consideri convenient. De ser acceptada pels autors, aquests hauran de lliurar l'article amb els canvis suggerits.

— Els autors responen davant l'ACCA de l'autoria i l'originalitat dels articles presentats. És a dir, els autors garanteixen que els articles lliurats no contenen fragments d'obres d'altres autors, ni fragments de treballs propis publicats anteriorment; que el contingut dels articles és inèdit, i que no s'infringeixen els drets d'autor de tercers. Els autors accepten aquesta responsabilitat i s'obliguen a deixar indemne l'ACCA de qualsevol dany i perjudici originats per l'incompliment de la seva obligació. Així mateix, han de deixar constància en els articles que enviïn a la revista de les responsabilitats derivades del contingut dels articles.

— És responsabilitat dels autors obtenir els permisos per a la reproducció sense restriccions de tot el material gràfic inclòs en els articles, així com garantir que les imatges i els vídeos, etc., han estat realitzats amb el consentiment de les persones que hi apareixen, i que el material que pertany a tercers està clarament identificat i reconegut dins del text. Així mateix, els autors han d'entregar els consentiments i les autoritzacions corresponents a l'ACCA en lliurar els articles.

— L'ACCA està exempta de tota responsabilitat derivada de l'eventual vulneració de drets de propietat intel·lectual per part dels autors. En tot cas, es compromet a publicar les correccions, els aclariments, les retraccions i les disculpes si escau.

— Els continguts publicats a la revista estan subjectes —llevat que s'indiqui el contrari en el text o en el material gràfic— a una llicència Reconeixement - No comercial - Sense obres derivades 3.0 Espanya (by-nc-nd) de Creative Commons, el text complet de la qual es pot consultar a <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca>. Així doncs, s'autoritza el públic en general a reproduir, distribuir i comunicar l'obra sempre que se'n reconegui l'autoria i l'entitat que la publica i no se'n faci un ús comercial ni cap obra derivada.

— La revista no es fa responsable de les idees i opinions exposades pels autors dels articles publicats.

## PROTECCIÓ DE DADES PERSONALS

L'Institut d'Estudis Catalans (IEC) compleix el que estableix el Reglament general de protecció de dades de la Unió Europea (Reglament 2016/679, del 27 d'abril de 2016). De conformitat amb aquesta norma, s'informa que, amb l'acceptació de les normes de publicació, els autors autoritzen que les seves dades personals (nom i cognoms, dades de contacte i dades de filiació) puguin ser publicades en el corresponent volum de la revista TECA.

Aquestes dades seran incorporades a un tractament que és responsabilitat de l'IEC amb la finalitat de gestionar aquesta publicació. Únicament s'utilitzaran les dades dels autors per a gestionar la publicació de la revista i no seran cedides a tercers, ni es produiran transferències a tercers països o organitzacions internacionals. Un cop publicada la revista, aquestes dades es conservaran com a part del registre històric d'autors. Els autors poden exercir els drets d'accés, rectificació, supressió, oposició, limitació en el tractament i portabilitat, adreçant-se per escrit a l'Institut d'Estudis Catalans (carrer del Carme, 47, 08001 Barcelona), o bé enviant un correu electrònic a l'adreça [dades.personals@iec.cat](mailto:dades.personals@iec.cat), en què s'especifiqui de quina publicació es tracta.

*Nota: aquests són els aspectes generals, però demanem que s'acordin amb el Comitè de Publicacions els aspectes concrets de cada article.*

## VOLS FER-TE SOCI/SÒCIA DE L'ACCA?

Molts professionals de l'alimentació i la nutrició ja gaudeixen dels avantatges d'associar-se a l'ACCA, i tu?

Estudiants i jubilats: 18,03 €/any

Soci numerari / sòcia numerària: 36,06 €/any

## BENEFICIS PER ALS SOCIS I SÒCIES DE L'ACCA

- Relació, interacció i treball en xarxa amb altres associats de l'ACCA.
- Accés gratuït i descomptes en conferències, jornades, i màsters i postgraus organitzats per l'ACCA.
- Servei d'orientació professional a estudiants.
- Informació anticipada sobre actes relacionats amb temes d'alimentació a Catalunya.
- Accés a continguts específics relacionats amb temes d'alimentació dins la intranet de l'ACCA.
- Possibilitat de proposar cursos dins l'àmbit alimentari perquè siguin finançats per l'ACCA.
- Possibilitat de publicar continguts al web de l'ACCA i fer difusió d'esdeveniments organitzats pels socis o en què els socis participin.
- Avantatges especials per a la modalitat «soci protector» (empreses i organismes) (consulteu-ho).

Per a més informació contacta amb nosaltres:

*acca@iec.cat*







REGIÓ MUNDIAL DE LA GASTRONOMIA  
CATALUNYA 2025

SOM  
GASTRO-  
NOMIA

