



Vols conèixer una font de proteïna sostenible i nutricionalment equivalent a la proteïna d'origen animal?

Maria Descamps Solà
Helena Segú Matamoros
Adrià Vilalta Videgain
Cristina Valls Bautista
Esther Rodríguez Gallego
Departament Bioquímica i Biotecnologia, URV
maria.descamps@urv.cat; helena.segu@urv.cat; adria.vilalta@urv.cat; cristina.valls@urv.cat;
esther.rodriguez@urv.cat

Resum • La població mundial va en augment de manera que la demanda de proteïna d'origen animal augmentarà i suposarà un elevat cost mediambiental. En aquest sentit, la proteïna provinent dels insectes és equivalent i més sostenible que la proteïna animal o vegetal. Es presenta una proposta didàctica amb la finalitat de conscienciar a l'alumnat d'educació infantil i primària sobre l'impacte negatiu que la producció de proteïna animal té en el medi ambient i presentar els insectes com a font alternativa de proteïna sostenible, destacant la seva equivalència nutricional. La valoració de l'alumnat participant (n = 942) ha estat positiva, la majoria van manifestar que la proposta els va agradar molt, no la van trobar difícil i es van sentir alegres durant la seva realització. Propostes didàctiques com aquesta poden ser un recurs educatiu molt apropiat per fomentar en els més petits la consciència i l'acció responsable cap a un futur més sostenible.

Paraules clau • canvi climàtic, insectes, ODS, proposta didàctica i sostenibilitat.

Do you want to know a sustainable and nutritionally equivalent source of protein to animal-origin protein?

Abstract • The world population is increasing, leading to a rise in demand for animal-origin protein, which will result in a significant environmental cost. In this context, protein from insects is an equivalent and more sustainable alternative to animal or plant-based protein. We present an educational proposal aimed at raising awareness among primary and elementary school students about the negative environmental impact of animal protein production while introducing insects as a sustainable protein source, emphasizing their nutritional equivalence. The evaluation from participating students (n = 942) has been positive, with the majority expressing strong liking for the proposal, finding it not difficult, and feeling joyful during its implementation. Didactic proposals like this can serve as highly suitable educational resources to foster awareness and responsible action towards a more sustainable future among the younger generation.

Keywords • climate change, insects, SDGs, educational proposal, sustainability

INTRODUCCIÓ

Segons les estimacions de les Nacions Unides, la població mundial podria arribar a uns 9.700 milions de persones el 2050 i prop de 11.000 milions al 2100 (Nacions Unides, 2023). Aquest augment constant de la població mundial planteja, entre altres aspectes, desafiaments en termes d'alimentació i subministrament d'aliments. En aquest sentit, la demanda prevista de proteïnes d'origen animal és d'especial interès, donat que aquesta representa una part important de la dieta de moltes persones a nivell mundial (Godfray et al., 2010). Segons les dades de l'Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació (FAO), el consum de proteïna animal ha experimentat un augment significatiu en les últimes dècades. Es preveu que el consum mundial de proteïnes derivades de la carn augmenti en un 14% a 2030, en comparació amb la mitjana del període 2018-2020, impulsat majoritàriament per l'augment dels ingressos i el creixement demogràfic (OCDE-FAO, 2021). S'entén per proteïna d'origen animal la que trobem a productes com la carn, el peix, els ous, la llet i els productes làctics.

La proteïna animal és considerada un referent com a font de proteïna d'alta qualitat biològica, ja que proporciona tots els aminoàcids essencials que el nostre cos necessita per mantenir-se sa i funcional (Boye et al., 2012; FAO, 2013; Hoffman i Falvo, 2004; Millward et al., 2008). No obstant això, les previsions adverteixen que no serà possible abastir amb proteïna d'origen animal les necessitats alimentàries de la població en un futur no molt llunyà. A més, la demanda prevista de proteïna, provinent de la carn, suscita preocupació sobretot en termes de sostenibilitat (Calicioglu et al., 2019). La producció intensiva de proteïna animal requereix grans quantitats d'aigua i aliment, el que contribueix a l'esgotament dels recursos naturals. Es requereixen grans extensions de terra agrícola per cultivar els aliments necessaris per al bestiar, com el blat de moro i la soja. A més, a mesura que la població mundial continui creixent, la demanda de terres agrícoles per a la producció d'aliments també augmentarà, cosa que podria limitar la disponibilitat de terres per a la producció

de proteïna animal. Per altra banda, la ramaderia intensiva és responsable d'una gran quantitat d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle i és una de les causes principals de la desforestació, l'erosió del sòl i la contaminació de l'aigua (Calicioglu et al., 2019; Godfray et al., 2018; Herrero et al., 2016).

Aquestes limitacions evidencien que el proveïment de proteïna animal serà cada cop més desafiant. Així doncs, és imprescindible abordar aquest repte des d'una perspectiva més sostenible, per tal de garantir una alimentació saludable sense comprometre el medi ambient ni la disponibilitat de recursos naturals (Thavamani et al., 2020). Una possible solució és fomentar una alimentació més diversificada, incorporant altres fonts de proteïna, com ara la dels vegetals (llegums, fruits secs, cereals, etc.). Tot i que els vegetals poden ser una font de proteïna important, presenten algunes limitacions en comparació amb la proteïna animal d'alta qualitat. En primer lloc, les proteïnes d'origen vegetal sovint no contenen tots els aminoàcids essencials (Gorissen et al., 2018; Woolf et al., 2011). A més, les proteïnes d'origen vegetal solen ser menys digeribles que les proteïnes d'origen animal i, per tant, la seva absorció i ús per part de l'organisme és menys eficient (Van Vliet et al., 2015). Tot i això, cal destacar que hi ha proteïnes d'origen vegetal d'alta qualitat biològica, com la proteïna de la soja, els cigrons, o la quinoa, entre d'altres que contenen tots els aminoàcids essencials i són més fàcilment digerides (Lynch et al., 2018).

En l'àmbit mediambiental la producció de proteïna d'origen vegetal és més sostenible i implica un menor impacte sobre el medi ambient que la producció de proteïna animal. Tot i això, la seva producció continua relacionant-se amb la desforestació, la pèrdua de biodiversitat i amb l'ús intensiu d'agroquímics, com ara herbicides i pesticides, que poden contaminar el sòl i l'aigua, i, per tant, afectar la salut humana (Tilman et al., 2011). En conseqüència, hi continua havent la necessitat de diversificar i buscar fonts de proteïna animal alternatives que siguin més sostenibles. En aquest sentit, els insectes es presenten com una de les alternatives més prometedores. D'una

banda, els insectes són considerats una excel·lent font de nutrients, incloent-hi proteïna d'alta qualitat, aminoàcids essencials, fibra, greixos mono i poliinsaturats, vitamines i minerals, fins i tot a un nivell comparable amb fonts de proteïna animal com la carn de vedella o el pollastre (Aguilar-Toalá et al., 2022; Da Silva Lucas et al., 2020). D'altra banda, la cria d'insectes es requereix menys espai, aigua i aliment que la ramaderia convencional i les emissions de gasos d'efecte hivernacle són significativament inferiors (Lange i Nakamura, 2023). Cal destacar també, que els insectes poden ser criats i alimentats amb diferents residus orgànics d'algunes indústries (fruites, verdures, subproductes agrícoles i d'altres productes orgànics) contribuint a l'economia circular. A més, la taxa de conversió alimentària és molt alta, en altres paraules, els insectes produeixen més proteïna per quantitat d'aliment consumit (Ojha et al., 2020). En resum, la proteïna d'insectes es presenta com una opció prometedora i sostenible per al futur de l'alimentació (Lange i Nakamura, 2023). Així i tot, encara que hi ha certs reptes a desafiar/superar com l'acceptació cultural (Deroy et al., 2015; van Huis i Oonincx, 2017).

El consum d'insectes existeix arreu del món des de fa milers d'anys, especialment en països d'Àsia, Àfrica i Amèrica Llatina (Van Huis, 2013). Tanmateix, tot i el seu alt valor nutricional, el consum d'insectes encara no està amplament acceptat en molts països occidentals, on és considerat una pràctica exòtica o inusual. Existeix doncs la necessitat de conscienciar i convèncer a la societat que el consum d'insectes representa una alternativa sostenible i de bona qualitat, sobretot en els més petits. Així doncs, el present treball té com a principal objectiu conscienciar als alumnes d'educació infantil i primària sobre l'impacte negatiu que la producció de proteïna animal té en el medi ambient i presentar els insectes com a font alternativa de proteïna més sostenible, destacant la seva equivalència nutricional. Es presenta doncs una proposta didàctica que inclou diverses activitats amb les que es pretén desenvolupar alguns dels 17 Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) en els quals es basa l'Agenda 2030 de Desenvolupament Sostenible de la UNESCO: ciutats i comunitats

sostenibles (ODS11), producció i consum responsable (ODS 12) i acció pel clima (ODS 13). Així doncs, els objectius específics són: 1) Presentar el gran impacte mediambiental que genera la ramaderia (la nostra principal font de proteïna). 2) Mostrar els insectes com una font alternativa de proteïna més sostenible i equivalent a la de la carn. I 3) Desestigmatitzar el consum d'insectes.

En resum, amb aquesta proposta, es pretén contribuir en l'educació ambiental per a aconseguir una conscienciació i compromís dels més petits amb la necessitat d'un futur més sostenible.

PROPOSTA DIDÀCTICA

La proposta didàctica està centrada en donar un paper actiu a l'alumnat i sota una visió socio-constructivista ja que es parteix d'un context proper i es treballa a partir de les idees de l'alumnat. Així doncs, al dissenyar les activitats s'ha tingut en compte que siguin manipulatives i també s'ha buscat relacionar-les amb el seu context proper per demostrar que la ciència ens pot ajudar a prendre decisions amb fonament al llarg de la nostra vida i que els continguts que s'aprenen a l'aula tenen una transferència a la societat (Álvarez i Valls, 2019). Si els nous coneixements que transmetem a l'alumnat prenen significat i són capaços d'integrar-los en la seva estructura cognitiva possiblement tindrà lloc un aprenentatge significatiu que perdurà en el temps.

Les activitats han estat dissenyades i adaptades als diferents nivells educatius prioritzant la contextualització dels nous coneixements que es volen transmetre. Això permet a l'alumnat trobar sentit a allò que aprenen i establir vincles amb els seus coneixements previs, fomentant així un aprenentatge significatiu. Totes les activitats són molt participatives i l'alumnat té una gran implicació en el seu desenvolupament. A més, per tal que les activitats puguin ser realitzades tant a l'etapa infantil (3-5 anys) com als diferents cicles d'educació primària (6-12 anys) s'han realitzat adaptacions específiques. La primera adaptació ha estat en la durada de les activitats. Aquestes han estat simplificades per a que tinguin una durada

màxima de 45 minuts a educació infantil i 1 hora a primer d'educació primària. A segon i tercer curs, les activitats estan planificades per tenir una durada d'1,5 hores, mentre que a quart curs i a cicle superior tenen una durada màxima de 2 hores. Cal remarcar també que les activitats s'han adaptat a cada nivell cognitiu i a mesura que l'edat de l'alumnat augmenta també ho fa la seva autonomia.

Les activitats presenten diferents formats per tal de mantenir l'atenció de l'alumnat durant tota la sessió. En aquest sentit, la primera activitat consisteix en un experiment. Prèviament a realitzar l'experiment, es promou una discussió amb els infants sobre com l'alimentació pot influir en el canvi climàtic, i es planteja la qüestió de quines fonts de proteïna tenen un major impacte mediambiental. En aquesta discussió, es presenten tres personatges: la vaca, com a representant de la proteïna d'origen animal; la soja, com a representant de la proteïna d'origen vegetal; i el grill, com a representant de la proteïna derivada d'insectes aptes per al consum humà. Durant aquesta interacció, els infants poden formular les seves hipòtesis, i al final de l'experiment s'obtenen els resultats, permetent a cada infant determinar si la seva hipòtesi era correcta o no. Així doncs, tot i no seguir un procés d'indagació exhaustiu, l'activitat 1 s'inclou dins del marc de les activitats indagatives. Aplicant aquesta estratègia i tal com diuen Almira-López i Valls (2023) no només es treballa l'assaig-error, sinó que també s'activen els coneixements previs, potenciant la integració dels nous coneixements i afavorint un aprenentatge significatiu dels conceptes científics per part de l'alumnat (Cousó et al., 2020).

La segona activitat es divideix en dues parts. En la primera, s'estableix una conversa amb l'alumnat per explorar els seus coneixements sobre les proteïnes, quins aliments les contenen i si creuen que totes les proteïnes són iguals. Tot seguit, es mostra a l'alumnat uns collarets que representen les proteïnes (on cada bola simbolitza un aminoàcid diferent) corresponents a la proteïna que deriva de la vaca, el grill i la soja. Es pregunta als alumnes si creuen que tots els collarets són iguals. Es destaca que les proteïnes es poden imaginar

com a collarets formats per diferents boles, volent significar els diferents aminoàcids, i si dos aliments tenen la mateixa combinació de boles, tenen la mateixa qualitat proteica. A més, es fa especial èmfasi en el fet que com més diversitat de boles de diferents colors hi hagi (és a dir, més aminoàcids diferents continguin), millor serà la qualitat d'aquella proteïna. Finalment, cada alumne tria el collar que desitja reproduir i crea un braçalet a partir del model triat.

La segona part d'aquesta activitat és un joc. Són molts els autors que afirmen que el joc és la manera natural en què els infants aprenen, i per això s'ha considerat interessant crear una de les activitats utilitzant aquest format (Forés et al., 2015; Pisabarro i Vivaracho, 2018). A més, diversos autors sostenen que quan els alumnes gaudeixen i experimenten emocions positives durant l'aprenentatge de les ciències, tendeixen a valorar i apreciar més el seu propi procés d'aprenentatge (Álvarez, 2019; Zapata, 2016). Les activitats basades en el joc, quan estan disse-minyades amb objectius d'aprenentatge ben definits, permeten adquirir i consolidar coneixements, ja que solen implicar la rememoració i ajuden a consolidar continguts prèviament treballats (Borrull i Valls, 2022).

A continuació, es detallen les diferents activitats que s'han desenvolupat per tal que l'alumnat assoleixi els objectius exposats anteriorment.

Activitat 1: Impacte Mediambiental

A través d'uns murals fotogràfics (on d'una banda veiem la situació de canvi climàtic i de l'altra veiem la situació ideal), s'explicarà que actualment estem avançant cap a una situació que compromet greument el medi ambient. Es demanarà a l'alumnat quines creuen que són les causes del canvi climàtic i de la situació mediambiental actual. Es destacarà la ramaderia com una de les causes que més hi contribueix donat que la ramaderia intensiva necessita molts recursos (consum d'aigua i espai tant per als ramats com per al cultiu de plantes i cereals que consumeixen) i és una de les responsables de l'emissió de gasos d'efecte hivernacle, la desforestació, la degradació i contaminació del sòl així com de la pèrdua de la

biodiversitat. Es discutiran també les repercussions de les plantacions extensives de vegetals i es presentaran els insectes com una font de proteïna alternativa.

Els objectius que es pretenen treballar en aquesta activitat són els següents:

- 1. Identificar l'impacte de la ramaderia sobre el medi ambient.
- 2. Determinar la necessitat de fonts de proteïna alternatives més sostenibles.
- 3. Presentar els insectes com una font de proteïna sostenible.

Abans de realitzar l'activitat manipulativa, es demanarà a l'alumnat que ordeni de menor a major impacte mediambiental les tres fonts de proteïna a través dels personatges que les representen: la vaca, la soja i el grill. Es col·loquen els personatges en l'ordre acordat sobre el mural fotogràfic. Es comprovarà si aquesta hipòtesi grupal és correcta en acabar l'activitat.

Una vegada introduïda l'activitat i a través d'un petit experiment, se simularà l'emissió de gasos d'efecte hivernacle associada a la producció de cadascuna de les fonts de proteïna treballades (proteïna d'origen animal, proteïna d'origen vegetal i els insectes com a font de proteïna més desconeguda) segons l'espai que ocupen i l'aigua i l'aliment que consumeixen. La Figura 1 recull el material necessari per a dur a terme aquesta l'activitat, que és: Erlenmeyers de plàstic, proveta, cullera, embut, globus, sal, vinagre i bicarbonat.

Cada erlenmeyer representa un dels tres personatges i, per tant, cadascuna de les fonts de proteïnes. La sal representa l'espai que ocupen, el vinagre l'aigua que consumeixen i el bicarbonat la quantitat d'aliment que necessiten.

Passos a seguir per a realitzar l'experiment

Pas 1: Amb l'ajuda d'una cullera, afegir a cada erlenmeyer la quantitat de sal corresponent (insecte = 1 cullerada; soja = 2 cullerades; vaca = 3 cullerades).

Pas 2: Amb l'ajuda d'un embut, afegir a cada erlenmeyer la quantitat de vinagre corresponent (insecte = 15 ml; soja = 25 ml; vaca = 50 ml).

Pas 3: Amb l'ajuda de l'embut i de la cullera, afegir dins del globus la quantitat de bicarbonat corresponent (insecte = 3 cullerades; soja = 6 cullerades; vaca = 9 cullerades).

Pas 4: Col·locar els globus sobre l'erlenmeyer corresponent (sense que es buidi el seu contingut dins l'erlenmeyer).

Pas 5: Abocar al mateix temps el contingut de tots els globus dins els erlenmeyers i remenar.

Pas 6: Observar la reacció ja que cada erlenmeyer genera una quantitat diferent de gas, i això es relaciona amb l'emissió de gasos d'efecte hivernacle que genera la producció/cria de cada font de proteïna.

El resultat obtingut, representa l'emissió de gasos d'efecte hivernacle associada a l'obtenció de les diferents fonts de proteïna. En l'erlenmeyer té lloc una reacció química entre el vinagre (aigua) i el bicarbonat (aliment). Com més quantitat de reactius s'hagi fet servir més producte final (gas) s'obté i més s'infla el globus.

Es discuteixen els resultats amb l'alumnat i es compara amb la hipòtesi que l'alumnat ha fet abans de realitzar l'experiment. Quina font de proteïna contamina més al medi ambient?

- Vaca (proteïna d'origen animal): és la font de proteïna que més recursos naturals necessita i, per tant, el seu impacte mediambiental és significativament major.
- Soja (proteïna d'origen vegetal): requereix extensions de sòl inferiors, menys aigua i nutrients i, per tant, el seu conreu té un impacte mediambiental menor.



Figura 1. Material per a realitzar l'activitat 1 i resultats.

- Grill (proteïna derivada dels insectes aptes pel consum humà): és el que requereix menys recursos i el que, consegüentment, contamina menys en la seva producció.

Adaptacions

- Etapa infantil i primer curs d'educació primària: es fa una rotllana i és el professorat qui realitza l'experiment. Només es duu a terme la simulació de la vaca i del grill.
- Segon i tercer curs: cada grup pot fer la seva pròpia experimentació però continuen treballant només amb la vaca i el grill.
- Quart curs i cicle superior: cada grup pot dur a terme el seu propi experiment i s'afegeix la soja.

En els cursos superiors, on és el mateix alumnat el que realitza l'experiment, es desenvolupen habilitats essencials en la comunitat científica; com la rigorositat en seguir un protocol i prendre consciència que les quantitats i l'ordre dels passos és determinant per tal que els resultats siguin comparables amb els altres grups de la classe. Així mateix, aprenen la importància de les rèpliques i de la reproductibilitat dels experiments. Aquest procés els permet comprendre l'avaluació crítica dels resultats i valorar la fiabilitat de les conclusions.

Activitat 2: Fonts de proteïna equivalents

Fins ara, s'ha treballat l'impacte mediambiental de les diferents fonts de proteïna on la proteïna d'origen animal destaca per la seva contribució en el canvi climàtic. Les emissions de gasos d'efecte hivernacle generades per la producció de carn i altres productes animals són significativament superiors en comparació amb altres fonts de proteïna alternatives. Aquest fet demostra la necessitat de buscar fonts de proteïna alternatives més sostenibles però que alhora siguin equivalents, és a dir, que tinguin la mateixa qualitat biològica. Per a treballar aquest concepte es realitzaran dos tallers.

L'objectiu general d'aquesta segona activitat es mostrar que la proteïna d'insecte i la proteïna d'origen animal tenen la mateixa qualitat biològica, és a dir, ens aporten els mateixos aminoàcids i que, per tant, són equivalents. En canvi, la proteïna d'origen vegetal pot ser de més o menys

qualitat segons el vegetal que la contingui. Així doncs, els objectius específics que es pretenen treballar en aquesta activitat són els següents:

- 1. Determinar que la proteïna d'insecte té la mateixa qualitat que la proteïna d'origen animal (proteïna de referència en quant a qualitat) i que no tots els vegetals aporten proteïna d'alta qualitat.
- 2. Identificar els nutrients que formen part d'una dieta equilibrada i saludable introduint els insectes com una font de proteïna equivalent i més sostenible.

Activitat 2.1. Braçalets

En primer lloc, es realitza una interacció amb l'alumnat per aprofundir en el seu coneixement sobre les proteïnes i els aliments que les contenen. A continuació, es mostren als alumnes uns murals on cada personatge (vaca, soja i grill) porta un collaret que simbolitza la proteïna que contenen (Figura 2A). Es destaca que les proteïnes es poden imaginar com a collarets formats per diverses boles de colors. Cada bola en el collaret representa un aminoàcid, i si dos aliments tenen la mateixa combinació de colors això indica que tenen la mateixa qualitat proteica (la mateixa combinació d'aminoàcids). Aleshores, es pregunta a l'alumnat si observen alguna diferència entre els collarets. En aquest punt, s'incideix en la importància de tenir una major diversitat de boles amb colors diferents (és a dir, una major varietat d'aminoàcids), ja que això millorarà la qualitat de la proteïna. Un cop introduïts tots aquests conceptes, l'alumnat pot crear el seu propi braçilet amb el propòsit de construir una proteïna de qualitat (Figura 2B i C).

Cal destacar que entre els infants d'etapa infantil i cicle inicial de primària el concepte de proteïnes és complex per aquest motiu durant el desenvolupament de l'activitat es va introduir aquest terme com a nutrient que es necessari per a créixer ja que forma part dels ossos i dels nostres músculs i que és molt important el seu consum. És a dir, es van intentar il·lustrar les proteïnes a través de conceptes més familiars en aquestes edats.

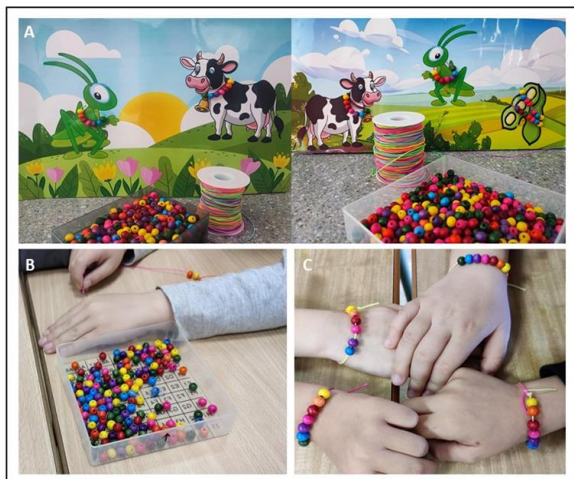


Figura 2. Material necessari per a realitzar l'activitat i braçalets resultants.

Activitat 2.2. Trencaclosques i joc de cartes

L'objectiu d'aquest taller és treballar i promoure una alimentació saludable i equilibrada, alhora que s'introdueixen les proteïnes alternatives i equivalents per aconseguir una alimentació més sostenible. En aquesta segona part, es presenten dos jocs diferents segons el nivell educatiu en el qual s'està desenvolupant l'activitat. Pels més petits s'ha optat per un trencaclosques que cada grup haurà de completar amb 4 tipus d'aliments (aliments rics en vitamines i minerals, aliments rics en proteïna, aliments rics en hidrats de carboni i aliments rics en greixos). I per l'alumnat a partir de segon curs s'han dissenyat dues modalitats d'un joc de cartes exclusiu que poden jugar en grups a partir de 4 jugadors:

- Trencaclosques: Pels grups d'infantil i primer curs d'educació primària aquest taller es duu a terme amb un trencaclosques (Figura 3A). Cada grup té un trencaclosques del mateix color (cada color representa un grup de nutrients) i ha d'aconseguir els 4 colors per tal de completar el trencaclosques que representa el plat equilibrat (Figura 3B).
- Joc de cartes Beeff2buff: El joc de cartes es pot realitzar en dos nivells de dificultat segons l'edat dels participants tal i com es recull a la taula 1.

Activitat 3: Menjaríeu insectes?

Es pretén desestigmatitzar el consum d'insectes. Fins ara s'han presentat els insectes

com una de les solucions més prometedores per a combatre la problemàtica mediambiental que causa la ramaderia extensiva i a més a més, proporcionant proteïna d'alta qualitat. Es pregunta a l'alumnat si menjarien insectes sencers sempre emfatitzant que cal que siguin aptes pel consum humà. A aquells alumnes que no en menjarien se'ls pregunten si consumirien aliments que contenen insectes com a alternativa d'haver d'ingerir insectes sencers.



Figura 3. Materials utilitzats per a realitzar el segon taller de l'activitat 2.

En aquesta activitat final s'assoleixen els objectius següents: 1.) Superar la idea que menjar proteïna d'insectes vol dir menjar cucs, saltamartins o grills sencers i 2.) Introduir aliments més quotidians fets a partir de farina d'insectes com pasta, barretes energètiques, cereals, etc.

Els mostrem diferents productes que es comercialitzen. Com es pot veure a la Figura 4, alguns d'ells són directament insectes (Figura 4A) mentre d'altres aliments poden ser pasta, galetes o cereals elaborats a partir d'insectes (Figura 4B).



Figura 4. A. insectes sencers aptes pel consum humà. B. Aliments elaborats amb farina d'insectes.

	Nivell fàcil (De 2n a 4t de primària)	Nivell difícil (5è i 6è de primària)
Objectiu del joc	L'objectiu de Beeff2Buff és aconseguir una carta de cada color (blau, verd, groc, lila i vermell, on cada color representa un tipus de nutrient) per completar el plat, és a dir, aconseguir un plat que contingui tots els nutrients. Caldrà combinar estratègicament les cartes d'aliments per tal d'aconseguir-ho. Cada carta té assignada una puntuació segons el valor nutricional de l'aliment i la sostenibilitat de la seva producció. Cal remarcar que la carta de l'insecte és la que té la major puntuació per remarcar que el consum d'aquesta font de proteïna alternativa és més sostenible. Al final del joc, el jugador que tingui una carta de cada color i que hagi aconseguit més punts serà el guanyador.	L'objectiu del joc és aconseguir dissenyar un plat que representi una dieta equilibrada. Un exemple d'aquest plat es pot observar a la figura 3C. El plat equilibrat està format per: 1 carta d'un aliment que ens aporti greixos, 3 cartes d'aliments que ens aportin proteïnes, 2 cartes d'aliments que ens aportin hidrats de carboni, 2 cartes de fruita i 4 cartes de verdura. Cada carta té assignada una puntuació segons el valor nutricional de l'aliment i la sostenibilitat de la seva producció. Cal remarcar que la carta de l'insecte és la que té la major puntuació per remarcar que el consum d'aquesta font de proteïna alternativa és més sostenible. Al final del joc, el jugador que tingui el plat equilibrat i hagi aconseguit més punts serà el guanyador.
Preparació del joc	Prepara les cartes separant-les per colors. Col·loca el mateix nombre de cartes de cada color que el nombre de jugadors que hi ha a la partida. A més, afegeix "n" cartes aleatòries, on "n" és el nombre de jugadors. Només s'afegeix una carta d'insectes. Nombre de cartes totals = $(n \times 5) + n$ Reparteix 6 cartes a cada jugador, assegurant que no quedin cartes sobrants.	Prepara les cartes separant-les per colors. Essent "n" el nombre de jugadors: - Lípids = $1 \times "n"$ - Proteïnes = $3 \times "n"$ (1 o més d'una carta d'insectes) - Hidrats de carboni = $2 \times "n"$ - Fruita = $2 \times "n"$ - Verdura = $4 \times "n"$ A més, afegeix "n" cartes aleatòries, on "n" és el nombre de jugadors. Reparteix 6 cartes a cada jugador i col·loca les sobrants en un piló al centre de la taula.
Inici del joc	1. Selecciona una carta i col·loca-la boca avall sobre la taula. 2. Passa les cartes restants al jugador situat a la dreta. 3. Mostra la carta que es troba boca avall sobre la taula. 4. Repeteix els passos anteriors fins que totes les cartes hagin estat jugades.	1. Selecciona una carta i col·loca-la boca avall sobre la taula. 2. Passa les cartes restants al jugador situat a la dreta. 3. Mostra la carta que es troba boca avall sobre la taula. 4. Agafa una carta del piló del centre de la taula. 5. Repeteix els passos anteriors fins a jugar totes les cartes. Si s'esgoten les cartes del piló central, continua el joc sense agafar cartes i fins esgotar les cartes que cada jugador té a la mà (Figura 3C i 3D).
Final del joc	Quan s'hagin exhaurit totes les cartes, es realitza el recompte de punts. Només se sumen punts si el jugador té una carta de cada color (plat complet). El jugador amb més punts serà el guanyador.	Quan s'hagin exhaurit totes les cartes, es realitza el recompte de punts. Només se sumen punts si el jugador aconsegueix reproduir les proporcions del plat equilibrat (lípids = 1 carta, proteïnes = 3 cartes, carbohidrats = 2 cartes, fruites = 2 cartes, verdures = 4 cartes). Cal tenir en compte que la puntuació de cada carta es basa en la qualitat del nutrient que representa i en la sostenibilitat de la producció de l'aliment en qüestió.

Taula 1. Instruccions per a jugar al joc de cartes Beeff2Buff en dos nivells diferents.

Activitat final: Resum dels conceptes treballats

Després de la realització de cadascuna de les activitats descrites anteriorment, l'alumnat rep un sobre, per tant, al final de les activitats disposen de quatre sobres numerats de l'1 al 4 (Figura 5). Als nivells d'infantil i primers, aquest sobres contenen imatges que cal que l'alumnat relacioni correctament (Figura 5A). En canvi, a partir de 2n curs, aquests sobres contenen paraules que en ordenar-les formen la següent frase "Els insectes són una font de proteïna sostenible i equivalent" (Figura 5B). La relació de les diferents imatges o l'ordenació de les paraules contingudes en els diferents sobres es fa en comú amb tots els participants a l'aula.

Amb aquesta activitat final es pretén doncs reflexionar sobre el que s'ha treballat al llarg de les diferents activitats. Per tant, es reflexiona amb

l'alumnat sobre les conseqüències del ritme de creixement de la població mundial i l'elevada esperança de vida. En concret, es destaca les dificultats que això pot suposar en terme d'alimentació i subministrament d'aliments. La proteïna d'origen animal és la font de proteïna més important. No obstant, la seva producció està associada a un alt impacte sobre el medi ambient. És en aquesta situació on el consum d'insectes pot ser una solució per a fer front a aquest problema mundial, ja que representen una font de proteïna equivalent a la d'origen d'animal i la seva producció és més sostenible.

Adaptacions

Tal com s'ha descrit anteriorment, les activitats s'adapten segons els nivell en el que s'imparteixen. La Taula 2 conté les adaptacions realitzades de cada activitat segons l'edat de l'alumnat.



Figura 5. Dues versions de l'activitat final per a realitzar una reflexió general sobre els conceptes treballats. A. Activitat adaptada a educació infantil i 1r de primària. B. Activitat per a realitzar a partir de 2n de primària.

	ACTIVITAT 1: IMPACTE AMBIENTAL	ACTIVITAT 2.1: PROTEÏNA INSECTES	ACTIVITAT 2.2: PROTEÏNA INSECTES
C. INFANTIL i 1r (45 min-1 hora)	Demostració realitzada pel docent 		
2n i 3r (1,5 hores)	Activitat realitzada per l'alumnat		
4t, 5è i 6è (2 hores)	Activitat realitzada per l'alumnat 		

Taula 2. Adaptacions realitzades en cada activitat per a cada curs.

VALORACIÓ DE L'ACTIVITAT

1. T'ha agradat l'activitat?


Gens


Una mica


Força


Molt

2. Quina dificultat ha tingut per tu l'activitat?


Gens difícil


Poc difícil


Força difícil


Molt difícil

3. Quin taller t'ha agradat més?


Experiment Globus


Braçalet


Puzzle / Joc de cartes

4. Quina emoció has sentit durant l'activitat?


Tristesa


Avoriment


Sorpresa


Alegria

Figura 6. Qüestionari per a la valoració de la proposta didàctica per part de l'alumnat.

VALORACIÓ DE LA PROPOSTA DIDÀCTICA

Al finalitzar les activitats l'alumnat responia un qüestionari senzill per tal de valorar la proposta didàctica desenvolupada. En aquest qüestionari s'obtenia l'opinió de l'alumnat enfront el grau de dificultat, així com l'interès general sobre les diferents activitats realitzades. El qüestionari era

anònim i estava format per quatre preguntes de resposta tancada (Figura 6). A les dues últimes preguntes (3 i 4) l'alumnat podia marcar més d'una opció. Així doncs només es presenten els resultats de la opinió sobre la valoració de l'activitat però sense mostrar les evidències dels aprenentatges assolits.

Mostra

La proposta didàctica s'ha dut a terme en diferents centres educatius de la demarcació de Tarragona tant en escoles rurals, escoles públiques com en escoles concertades). Un total de 6 escoles i 942 infants d'entre 3 i 12 anys han participat en les activitats proposades. En cadascuna de les escoles la proposta didàctica va ser duta a terme pels investigadors i docents del projecte "Els insectes a l'escola: una font de proteïna més sostenible" finançat per la Diputació de Tarragona i el Ministerio de Ciencia e Innovación (TED2021-131783B-I00).

Resultats obtinguts en la valoració

Una vegada finalitzada l'activitat, l'alumnat va respondre un qüestionari de valoració dels tallers. La primera pregunta que se'ls hi va formular va ser: "T'ha agradat l'activitat?". Com es pot observar a la Figura 7, la gran majoria, més d'un 78,03% van respondre que molt i un 18,68% força. Per altra banda, només quatre alumnes van respondre gens i un petit percentatge (2,87%) va respondre que una mica.

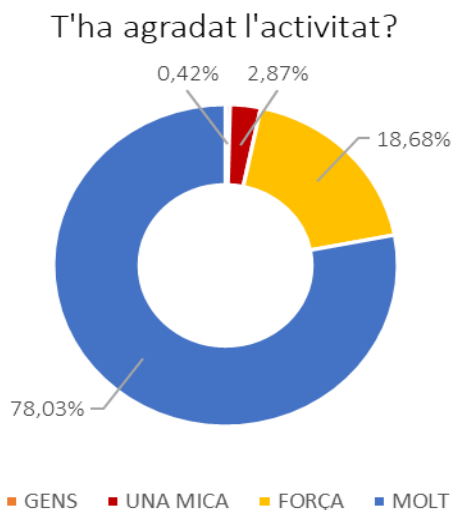


Figura 7. Valoració de l'alumnat sobre si els ha agradat la proposta didàctica.

La segona pregunta que es va formular ("Quina dificultat per tu ha tingut l'activitat?") va servir per conèixer si l'alumnat ha trobat difícils les diferents activitats que se'ls hi ha proposat. En la Figura 8 s'observen els resultats on mostren que la gran majoria afirmen que les activitats eren gens difícils

(61,47%) o poc difícils (29,83%). Un 6,37% ha trobat les activitats força difícils i un percentatge molt petit (2,33%) les ha considerat molt difícils.

Quina dificultat per tu ha tingut l'activitat?

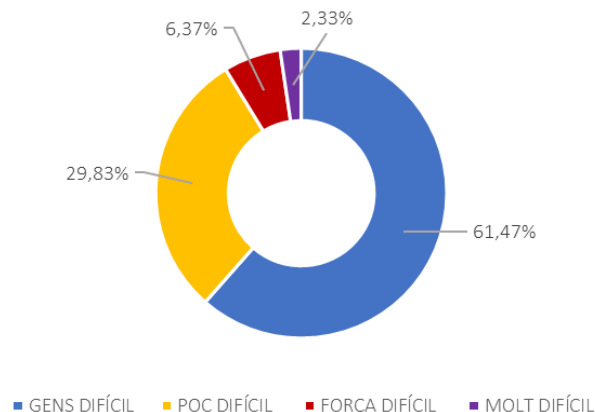


Figura 8. Valoració de l'alumnat sobre el grau de dificultat de la proposta didàctica.

En la pregunta sobre quina activitat els hi havia agradat més, es va deixar que l'alumnat pogués triar més d'una opció, ja que molts dubtaven entre dues o fins i tot entre les tres activitats i no es decidien. Això fa que sigui complicat identificar l'activitat que més ha agradat, però pel que es mostra a la Figura 9 sembla que totes han agradat a gran part de l'alumnat. A grans trets, sí que podem veure que l'activitat que ha agradat més és la dels globus seguida de la dels braçalets i les cartes.

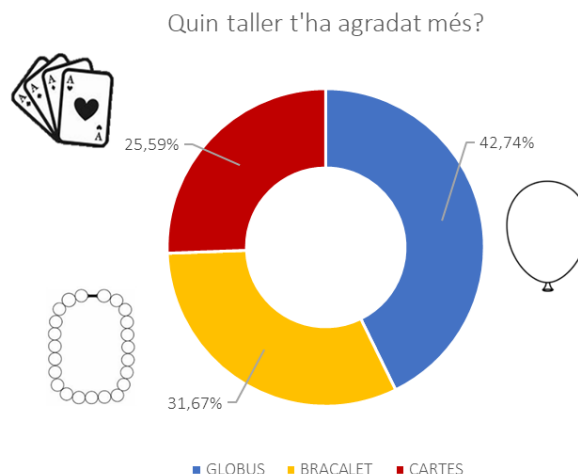


Figura 9. Activitats que més han agradat a l'alumnat.

Finalment, la última pregunta del qüestionari era: "Quina emoció has sentit durant l'activitat?". En aquest cas, com es pot veure en la Figura 10, també se'ls va deixar marcar més d'una opció si

estaven indecisos. La majoria (62,91%) van sentir alegria. Un 33,42% sorpresos. Per altra banda, i gratament, només un 3,21% van avorrir-se i un 0,46% es van sentir tristos.

Quina emoció has sentit durant l'activitat?

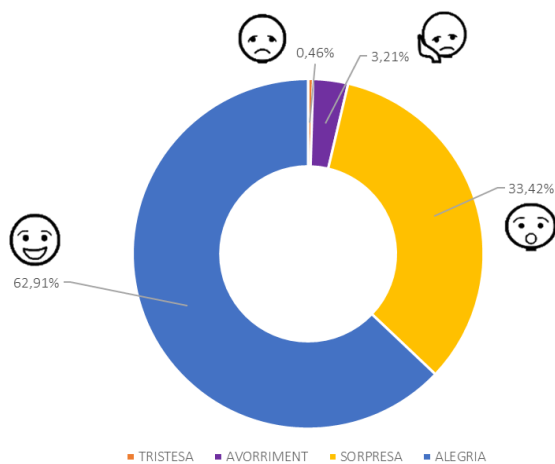


Figura 10. Emocions que ha sentit l'alumnat durant el desenvolupament de les activitats.

CONCLUSIONS

La present proposta té com a objectiu principal abordar la problemàtica actual sobre canvi climàtic i la futura escassetat de recursos del sistema d'alimentació actual. Per aconseguir-ho, s'ha elaborat un fil conductor per tal d'anar ampliant els continguts, captant l'atenció dels infants a través de les diferents activitats des d'un petit experiment fins a un joc de cartes. Aquesta diversitat en la tipologia de les activitats ha mantingut captivat i interessats a tot l'alumnat al llarg de les sessions.

El contingut i la durada de les activitats s'ha adaptat a cada nivell per tal d'arribar a tot l'alumnat, incloent-hi els de l'educació infantil, que sovint s'han vist exclosos d'aquest tipus de projectes o activitats científiques. L'adaptació als diferents nivells d'educació infantil (I3, I4 i I5) no ha estat un repte senzill, però creiem fermament que iniciar la formació mediambiental en les primeres etapes és essencial, al igual que altres continguts i competències. Per una banda, la principal dificultat en l'adaptació de les activitats a infantil ha sigut el temps ja que cal planificar activitats curtes per tal que no minvi l'atenció de l'alumnat. I d'altra banda, el segon repte ha estat intentar utilitzar un vocabulari adaptat a aquest grup d'edat. Per

exemple, el concepte proteïna és complex per utilitzar a edats primerenques, però això no vol dir que haguem de d'introduir-lo. Es va parlar de les proteïnes com uns nutrients que formen part dels ossos i els músculs i que són molt importants per a créixer per al que el concepte fos més entenedor entre els infants d'aquestes edats més primerenques.

Analitzant la valoració que ha fet l'alumnat al finalitzar les diferents activitats, es pot observar una resposta positiva de tot l'alumnat, independentment del seu nivell educatiu. En general, les activitats han estat ben rebudes i això ha relaxat els estudiants al moment de completar l'avaluació, ja que molts d'ells han assenyalat més d'una activitat, i fins i tot alguns les han assenyalat totes. La manca de dificultat en les activitats ha suscitat més interès per part dels estudiants. Aquests resultats els relacionem, més que amb la pròpia dificultat que presentaven les activitats, amb la temàtica i els conceptes relacionats. Per tant, creiem que s'ha sabut adaptar el discurs i el vocabulari als diferents nivells educatius. A més, durant la realització de les activitats, la majoria d'ells han manifestat sentir alegria, un sentiment que, com ho descriuen alguns autors, té efectes positius sobre el procés d'aprenentatge.

En resum, a la llum de la positiva valoració de l'alumnat, podem considerar que aquesta proposta didàctica és adequada per conscienciar sobre problemàtiques mediambientals i adquirir nous conceptes mitjançant activitats manipulatives i lúdiques. Propostes com aquesta poden ser un poderós recurs educatiu per fomentar la consciència i l'acció responsable cap a un futur més sostenible. La inclusió dels estudiants d'educació infantil en aquestes iniciatives és un pas significatiu per garantir una educació mediambiental integral i equitativa des de les primeres etapes de l'aprenentatge.

AGRAÏMENTS

Agraïm a totes les escoles que ens han obert les portes per poder dur a terme les diferents activitats sobre els insectes.

Aquesta proposta ha estat finançada per la Diputació de Tarragona (DIPTA 2022/08) i el Ministerio de Ciencia e Innovación (TED2021-131783B-I00).

L'autora Cristina Valls és professora lectora dins el programa Serra Húnter. L'autora Maria Descamps gaudeix d'un ajut Joan Oró per a la contractació de personal investigador predoctoral en formació (FI 2023). L'autora Helena Segú gaudeix d'un ajut del programa Martí i Franquès - Contractes de personal investigador predoctoral en formació de la Universitat Rovira i Virgili. L'autor Adrià Vilalta gaudeix d'un ajut Joan Oró per a la contractació de personal investigador predoctoral en formació (FI SDUR 2022).

BIBLIOGRAFIA.

- Aguilar-Toalá, J. E., Cruz-Monterrosa, R. G., i Liceaga, A. M. (2022). Beyond Human Nutrition of Edible Insects: Health Benefits and Safety Aspects. *Insects* 13(11), 1007. <https://doi.org/10.3390/insects13111007>
- Almira-López, P. i Valls, C. (2023). Proposta d'activitat indagatòria basada en les rutines de pensament: adaptació a cada cicle d'Educació Primària. *Ciències: Revista Del Professorat de Ciències de Primària i Secundària*, (45), 2–14. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencias.471>
- Álvarez, J. F., i Valls, C. (2019). Didáctica de las ciencias, ¿de dónde venimos y hacia dónde vamos? Universitas Tarraconensis. *Revista de Ciències de l'Educació*, 1(2), 5 - 19. <https://doi.org/10.17345/ute.2019.2.2704>
- Álvarez, J.F. (2019). Las webquest como soporte y mejora del Aprendizaje Basado en Proyectos en las áreas de ciencias de educación secundaria. *Edunovatic 2018. Conference Proceedings: 3rd Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT*, 91–95.
- Borrull, A., i Valls, C. (2022). Implementación y validación de una gincana para aprender genética en educación secundaria. *Retos*, 43, 127 - 134.
- Boye, J., Wijesinha-Bettoni, R., i Burlingame, B. (2012). Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *The British Journal of Nutrition*, 108(S2), S183 – S211. <https://doi.org/10.1017/S0007114512002309>
- Calicioglu, O., Flammini, A., Bracco, S., Bellù, L., i Sims, R. (2019). The Future Challenges of Food and Agriculture: An Integrated Analysis of Trends and Solutions. *Sustainability*, 11(1), 222. <https://doi.org/10.3390/su11010222>
- Couso, D., Jiménez-Liso, M. R., Refojo, C., i Sacristán, J. A. (Coords) (2020). Enseñando ciencia con ciencia. FECYT i Fundación Lilly. Penguin Random House
- Deroy, O., Reade, B., i Spence, C. (2015). The insectivore's dilemma, and how to take the West out of it. *Food Quality and Preference*, 44, 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.02.007>
- FAO. (2013). Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. *FAO Food Nutr Pap*, 92, 1-66.
- Forés, A., Gamo, R., Guillén, J. C., Hernández, T., Ligoiz, M., Pardo, F., i Trinidad, C. (2015). *Neuromitos en educación El aprendizaje desde la neurociencia*. Plataforma editorial.
- Godfray, H. C. J., Aveyard, P., Garnett, T., Hall, J. W., Key, T. J., Lorimer, J., Pierrehumbert, R. T., Scarborough, P., Springmann, M., i Jebb, S. A. (2018). Meat consumption, health, and the environment. *Science*, 361(6399), eaam5324. DOI: [10.1126/science.aam5324](https://doi.org/10.1126/science.aam5324)
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., i Toulmin, C. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, 327(5967), 812–818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
- Gorissen, S. H. M., Crombag, J. J. R., Senden, J. M. G., Waterval, W. A. H., Bierau, J., Verdijk, L. B., i van Loon, L. J. C. (2018). Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. *Amino Acids*, 50(12), 1685 - 1695. <https://doi.org/10.1007/s00726-018-2640-5>
- Herrero, M., Henderson, B., Havlík, P., Thornton, P. K., Conant, R. T., Smith, P., Wiersenius, S., Hristov, A. N., Gerber, P., Gill, M., Butterbach-Bahl, K., Valin, H., Garnett, T., i Stehfest, E. (2016). Greenhouse gas

- mitigation potentials in the livestock sector. *Nature Climate Change*, 6(5), 452–461.
<https://doi.org/10.1038/nclimate2925>
- Hoffman, J. R., i Falvo, M. J. (2004). Protein – Which is Best? *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(3), 118.
- Jantzen da Silva Lucas, A., Menegon de Oliveira, L., da Rocha, M., i Prentice, C. (2020). Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds. *Food Chemistry*, 311, 126022.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126022>
- Lange, K. W., i Nakamura, Y. (2023). Potential contribution of edible insects to sustainable consumption and production. *Frontiers in Sustainability*, 4, 1112950.
<https://doi.org/10.3389/frsus.2023.1112950>
- Lynch, H., Johnston, C., i Wharton, C. (2018). Plant-Based Diets: Considerations for Environmental Impact, Protein Quality, and Exercise Performance. *Nutrients*, 10(12), 1841.
<https://doi.org/10.3390/nu10121841>
- Millward, D. J., Layman, D. K., Tomé, D., i Schaafsma, G. (2008). Protein quality assessment: impact of expanding understanding of protein and amino acid needs for optimal health. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(5), 1576S–1581S.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/87.5.1576S>
- Nacions Unides (2023) Población | Naciones Unidas. Retrieved 11 July 2023, from <https://www.un.org/es/global-issues/population>
- OCDE-FAO (2021). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2021-2030, OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/47A9FA44-ES>
- Ojha, S., Bußler, S., i Schlüter, O. K. (2020). Food waste valorisation and circular economy concepts in insect production and processing. *Waste Management*, 118, 600–609.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.09.010>
- Pisabarro, A. M., i Vivaracho, C. E. (2018). Gamificación en el aula: gincana de programación. *ReVisión*, 11(1), 8.
- Thavamani, A., Sferri, T. J., i Sankararaman, S. (2020). Meet the Meat Alternatives: The Value of Alternative Protein Sources. *Current Nutrition Reports*, 9, 346–355.
<https://doi.org/10.1007/s13668-020-00341-1>
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., i Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50), 20260–20264.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>
- Van Huis, A. (2013). Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security. *Annual Review of Entomology*, 58, 563–83.
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153704>
- van Huis, A., i Oonincx, D. G. A. B. (2017). The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37, 1–14.
- van Vliet, S., Burd, N. A., i van Loon, L. J. C. (2015). The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus Animal-Based Protein Consumption. *The Journal of Nutrition*, 145(9), 1981–1991.
<https://doi.org/10.3945/jn.114.204305>
- Wolf, P. J., Fu, L. L., i Basu, A. (2011). vProtein: identifying optimal amino acid complements from plant-based foods. *PLoS One*, 6(4), e18836.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018836>
- Zapata, J. (2016). Contexto en la enseñanza de las ciencias: análisis al contexto en la enseñanza de la física. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 11(2), 193–211.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n2.a3>