



¿Quieres conocer una fuente de proteína sostenible y nutricionalmente equivalente a la proteína de origen animal?

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

Resumen • La población mundial está aumentando lo que conlleva un incremento de la demanda de proteína de origen animal, que supondrá un elevado coste medioambiental. En este contexto, la proteína proveniente de los insectos es una alternativa equivalente y más sostenible a la proteína de origen animal o vegetal. Se presenta una propuesta didáctica con la finalidad de concienciar al alumnado de educación infantil y primaria sobre el impacto medioambiental negativo de la producción de proteína y a presentar los insectos como fuente de proteína sostenible, destacando su equivalencia nutricional. La valoración del alumnado participante (n = 942) ha sido positiva, manifestando la mayoría un gran agrado por la propuesta, no encontrándola difícil y sintiéndose alegres durante su realización. Propuestas didácticas como ésta pueden servir como recurso educativo muy adecuado para fomentar la concienciación y la acción responsable hacia un futuro más sostenible entre las generaciones más jóvenes.

Palabras clave • cambio climático, insectos, ODS, propuesta didáctica y sostenibilidad.

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

INTRODUCCIÓN

Según las estimaciones de las Naciones Unidas, la población mundial podría alcanzar los 9.700 millones de personas en 2050 y acercarse a los 11.000 millones en 2100 (United Nations, 2023). Este aumento constante de la población mundial plantea, entre otros aspectos, desafíos en términos de alimentación y suministro de alimentos. En este sentido, resulta de especial interés la demanda prevista de proteínas de origen animal, ya que constituyen una parte importante de la dieta de muchas personas en todo el mundo (Godfray et al., 2010). Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el consumo de proteína animal ha experimentado un aumento significativo en las últimas décadas. Se prevé que el consumo mundial de proteínas derivadas de la carne aumente en un 14% para 2030, en comparación con la media del período 2018-2020, impulsado principalmente por el aumento de los ingresos y el crecimiento demográfico (OCDE-FAO, 2021). Se entiende por proteína de origen animal la que se encuentra en alimentos como la carne, el pescado, los huevos, la leche y los productos lácticos.

La proteína animal es considerada un referente como fuente de proteína de alta calidad biológica, ya que proporciona todos los aminoácidos esenciales que nuestro organismo necesita para mantenerse sano y funcional (Boye et al., 2012; FAO, 2013; Hoffman y Falvo, 2004; Millward et al., 2008). No obstante, las previsiones advierten que no será posible abastecer con proteína de origen animal las necesidades alimentarias de la población en un futuro no muy lejano. Además, la demanda prevista de proteína, proveniente de la carne, suscita preocupación sobre todo en términos de sostenibilidad (Calicioglu et al., 2019). La producción intensiva de proteína animal requiere grandes cantidades de agua y alimento, contribuyendo al agotamiento de los recursos naturales. Se requieren grandes extensiones de tierra agrícola para cultivar los alimentos necesarios para el ganado, como el maíz y la soja. Además, a medida que la población mundial crece, la demanda de tierras agrícolas para la producción de alimentos

también aumentará, hecho que podría limitar la disponibilidad de tierras para la producción de proteína animal. Por otro lado, la ganadería intensiva es responsable de una gran cantidad de emisiones de gases con efecto invernadero y es una de las principales causas de la deforestación, la erosión del subsuelo y la contaminación de los recursos hídricos (Calicioglu et al., 2019; Godfray et al., 2018; Herrero et al., 2016).

Estas limitaciones ponen de manifiesto que el suministro de proteína animal será cada vez más desafiante. Por lo tanto, es imprescindible abordar esta cuestión desde una perspectiva más sostenible para garantizar una alimentación saludable sin comprometer el medio ambiente ni la disponibilidad de recursos naturales (Thavamani et al., 2020). Una posible solución es fomentar una alimentación más diversificada, incorporando otras fuentes de proteína, como la de origen vegetal (legumbres, frutos secos, cereales, etc.). Aunque las plantas pueden ser una fuente de proteína importante, presentan algunas limitaciones en comparación con la proteína animal de alta calidad. En primer lugar, las proteínas de origen vegetal no suelen contener todos los aminoácidos esenciales (Gorissen et al., 2018; Woolf et al., 2011). Además, las proteínas de origen vegetal suelen ser menos digeribles que las proteínas de origen animal y, por lo tanto, el organismo las absorbe y utiliza de forma menos eficiente (Van Vliet et al., 2015). Sin embargo, cabe destacar que existen proteínas de origen vegetal de alta calidad biológica, como la procedente de la soja, los garbanzos, o la quinoa, que contienen todos los aminoácidos esenciales y son fáciles de digerir (Lynch et al., 2018).

En el ámbito medioambiental, la producción de proteína de origen vegetal es más sostenible e implica un menor impacto medioambiental que la producción de proteína de origen animal. Sin embargo, su producción continúa asociada a la deforestación, la pérdida de biodiversidad y al uso intensivo de productos agroquímicos como herbicidas y pesticidas, que pueden contaminar el subsuelo y el agua, y, por tanto, afectar a la salud humana (Tilman et al., 2011). En consecuencia, sigue siendo necesario diversificar y buscar fuentes de proteína animal alternativas que sean más

sostenibles. En este sentido, los insectos se presentan como una de las alternativas más prometedoras. Por un lado, los insectos son considerados una excelente fuente de nutrientes, incluyendo proteína de alta calidad, aminoácidos esenciales, fibra, grasas mono y poliinsaturadas, vitaminas y minerales, lo que los hace equivalentes a fuentes de proteína animal como la carne de vacuno o de pollo (Aguilar-Toalá et al., 2022; Da Silva Lucas et al., 2020). Por otro lado, la cría de insectos requiere menos espacio, agua y alimento que la ganadería convencional y las emisiones de gases de efecto invernadero son significativamente inferiores (Lange y Nakamura, 2023). Es importante destacar, que los insectos pueden ser criados y alimentados con diferentes residuos orgánicos procedentes de determinadas industrias (frutas, verduras, subproductos agrícolas y otros productos orgánicos), contribuyendo así a la economía circular. Además, la eficiencia de conversión alimenticia es muy alta; en otras palabras, los insectos producen más proteína por cantidad de alimento consumido (Ojha et al., 2020). En resumen, la proteína de insectos se presenta como una opción prometedora y sostenible para el futuro de la alimentación (Lange y Nakamura, 2023). Sin embargo, aún quedan ciertos retos por superar, como la aceptación cultural (Deroy et al., 2015; van Huis y Oonincx, 2017).

El consumo de insectos existe en todo el mundo desde hace miles de años, especialmente en países de Asia, África y América Latina (Van Huis, 2013). Sin embargo, a pesar de su alto valor nutricional, el consumo de insectos todavía no está ampliamente aceptado en muchos países occidentales, donde se considera una práctica exótica o poco habitual. Por lo tanto, existe la necesidad de concienciar y convencer a la sociedad de que el consumo de insectos representa una alternativa sostenible y de alta calidad, especialmente entre los más pequeños. En este sentido, el objetivo principal de este trabajo es concienciar al alumnado de educación infantil y primaria sobre el impacto medioambiental negativo de la producción de proteína animal y presentar a los insectos como una fuente de proteína alternativa más sostenible, destacando su equivalencia nutricional. Para ello, se presenta una propuesta didáctica que incluye diversas actividades dirigidas

a desarrollar algunos de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en los que se basa la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible de la UNESCO: ciudades y comunidades sostenibles (ODS11), producción y consumo responsable (ODS 12) y acción por el clima (ODS 13). Así, los objetivos específicos son: 1) Presentar el gran impacto medioambiental que genera la ganadería (nuestra principal fuente de proteína). 2) Mostrar los insectos como una fuente alternativa de proteína más sostenible y equivalente a la de la carne, y 3) Desestigmatizar el consumo de insectos.

En resumen, con esta propuesta, se pretende contribuir en la educación ambiental para lograr una concienciación y compromiso de los más pequeños respecto a la necesidad de un futuro más sostenible.

PROPUESTA DIDÁCTICA

La propuesta didáctica se centra en dar al alumnado un papel activo bajo un enfoque socio-constructivista, partiendo de un contexto próximo y trabajando a partir de las ideas del alumnado. Así, al diseñar las actividades se tuvo en cuenta que fueran manipulativas y relacionarlas con un contexto cercano, para demostrar que la ciencia nos puede ayudar a tomar decisiones con fundamento a lo largo de nuestra vida y que los contenidos que se aprenden en el aula tienen una transferencia a la sociedad (Álvarez y Valls, 2019). Si los nuevos conocimientos que transmitimos al alumnado toman significado y son capaces de integrarlos en la su estructura cognitiva posiblemente tendrá lugar un aprendizaje significativo que perdurará en el tiempo.

Las actividades se diseñaron y adaptaron a los niveles educativos, priorizando la contextualización de los conocimientos que se desean transmitir. Esto permite al alumnado dar sentido a aquello que aprende y establecer vínculos con sus conocimientos previos, fomentando así un aprendizaje significativo. Todas las actividades son altamente participativas y el alumnado tiene una gran implicación en su desarrollo. Además, para que las actividades puedan ser realizadas tanto en la etapa de infantil (3-5 años) como en los diferentes ciclos de educación primaria (6-12 años) se han realizado adaptaciones específicas. La primera adaptación

fue la duración de las actividades. Estas han sido simplificadas para que tengan una duración máxima de 45 minutos en educación infantil y 1 hora en el primer curso de educación primaria. Para segundo y tercer curso, las actividades tienen una duración de 1,5 horas, mientras que en cuarto curso y en ciclo superior tienen una duración máxima de 2 horas. Es importante remarcar que las actividades se adaptaron a cada nivel cognitivo y, conforme aumenta la edad del alumnado, también lo hace su autonomía.

Las actividades presentan distintos formatos para mantener la atención del alumnado durante toda la sesión. En este sentido, la primera actividad consiste en un experimento. Antes de llevar a cabo el experimento, se promueve una discusión con el alumnado sobre cómo la alimentación puede influir en el cambio climático, y se plantea la pregunta sobre qué fuentes de proteína tienen un mayor impacto medioambiental. En este debate, se presentan tres personajes: la vaca, como representante de la proteína de origen animal; la soja, como representante de la proteína de origen vegetal; y el grillo, como representante de la proteína derivada de insectos aptos para el consumo humano. Durante esta interacción, el alumnado puede formular sus hipótesis, y al final del experimento se obtienen los resultados, permitiendo a cada niño/a determinar si su hipótesis era correcta o no. De este modo, aun sin seguir un proceso de indagación exhaustivo, la actividad 1 se incluye dentro del marco de las actividades basadas en la indagación. Mediante esta estrategia, y tal y como afirman Almira-López y Valls (2023) no solo se trabaja el ensayo y error, sino que también se activan los conocimientos previos, potenciando la integración de los nuevos conocimientos y favoreciendo un aprendizaje significativo de los conceptos científicos por parte del alumnado (Couso et al., 2020).

La segunda actividad se divide en dos partes. En la primera parte, se inicia una conversación con el alumnado para averiguar qué saben sobre las proteínas, qué alimentos las contienen y si creen que todas las proteínas son iguales. A continuación, se muestra al alumnado unos collares que representan las proteínas (en los que cada bola

simboliza un aminoácido diferente) correspondientes a proteínas procedentes de la vaca, el grillo y la soja. A continuación, se le pregunta al alumnado si todos los collares son iguales. Se hace hincapié en que podemos pensar en las proteínas como collares formados por diferentes bolas, cada una de las cuales representa un aminoácido, de modo que, si dos alimentos tienen la misma combinación de bolas, tienen la misma calidad proteica. Además, se subraya que cuanto más diversas sean las cuentas de diferentes colores (cuando más aminoácidos diferentes contengan), mayor será la calidad de esa proteína. Finalmente, cada alumno escoge el collar que desea reproducir y crea una pulsera a partir del modelo seleccionado.

La segunda parte de esta actividad es un juego. Son muchos los autores que afirman que el juego es la manera natural en la que los niños y niñas aprenden, por lo que se consideró interesante crear una de las actividades utilizando este formato (Forés et al., 2015; Pisabarro y Vivaracho, 2018). Además, varios autores sostienen que cuando el alumnado disfruta y experimenta emociones positivas durante el aprendizaje de las ciencias, tienden a valorar y apreciar más su propio proceso de aprendizaje (Álvarez-Herrero, 2019; Zapata, 2016). Las actividades basadas en el juego, cuando se diseñan con objetivos de aprendizaje bien definidos, permiten adquirir y consolidar conocimientos, ya que a menudo implican la rememoración y ayudan a consolidar contenidos previamente trabajados (Borrull y Valls, 2022).

A continuación, se detallan las diferentes actividades diseñadas para alcanzar los objetivos planteados.

Actividad 1: Impacto Medioambiental

Mediante unos murales fotográficos (que muestran por un lado una situación de cambio climático y por otro una situación ideal), se explicará que actualmente nos dirigimos hacia una situación que amenaza seriamente el medio ambiente. Se le preguntará al alumnado cuáles creen que son las causas del cambio climático y de la situación medioambiental actual. Se destacará la ganadería como uno de los principales responsables dado que la ganadería intensiva necesita muchos recursos

(consumo de agua y espacio tanto para el ganado como para los cultivos y cereales que consumen) y es responsable de la emisión de gases de efecto invernadero, la deforestación, la degradación y contaminación del subsuelo, y de la pérdida de la biodiversidad. También se discutirán de las repercusiones de las plantaciones extensivas de vegetales y se presentarán los insectos como una fuente de proteína alternativa.

Los objetivos que se pretenden trabajar en esta actividad son los siguientes:

- 1. Identificar el impacto de la ganadería sobre el medio ambiente.
- 2. Determinar la necesidad de fuentes de proteína alternativas más sostenibles.
- 3. Presentar a los insectos como una fuente de proteína sostenible.

Antes de realizar la actividad práctica, se pedirá a los alumnos que clasifiquen las tres fuentes de proteínas (representadas por los personajes de la vaca, la soja y el grillo) de menor a mayor impacto medioambiental. Los personajes se colocan en el orden acordado en el mural fotográfico. Al final de la actividad, se comprobará si la hipótesis grupal es correcta.

Una vez introducida la actividad, mediante un pequeño experimento se simulará la emisión de gases de efecto invernadero asociados a la producción de cada fuente de proteína trabajadas (proteína de origen animal, vegetal y los insectos como la fuente de proteína menos conocida) según el espacio que ocupan, el agua y alimento que consumen. La Figura 1 muestra el material necesario para llevar a cabo esta actividad: Erlenmeyer de plástico, probeta, cuchara, embudo, globos, sal, vinagre y bicarbonato.

Cada Erlenmeyer representa uno de los tres personajes y, por tanto, cada una de las fuentes de proteínas. La sal representa el espacio que ocupan, el vinagre el agua que consumen y el bicarbonato la cantidad de alimento que necesitan.

Pasos que seguir para realizar el experimento

Paso 1: Con la ayuda de una cuchara, añadir a cada Erlenmeyer la cantidad de sal correspondiente

(insecto = 1 cucharada; soja = 2 cucharadas; vaca = 3 cucharadas).

Paso 2: Con la ayuda de un embudo, añadir a cada Erlenmeyer la cantidad de vinagre correspondiente (insecto = 15 ml; soja = 25 ml; vaca = 50 ml).

Paso 3: Con la ayuda de un embudo y de la cuchara, añadir dentro del globo la cantidad de bicarbonato correspondiente (insecto = 3 cucharadas; soja = 6 cucharadas; vaca = 9 cucharadas).

Paso 4: Colocar los globos sobre el Erlenmeyer correspondiente (sin vaciar su contenido dentro del Erlenmeyer).

Paso 5: Vaciar al mismo tiempo el contenido de todos los globos dentro de los Erlenmeyer y remover.

Paso 6: Observar la reacción ya que cada Erlenmeyer genera una cantidad diferente de gas, y eso se relaciona con la emisión de gases de efecto invernadero que genera la producción de cada fuente de proteína.

El resultado obtenido, representa la emisión de gases de efecto invernadero asociada a la obtención de las diferentes fuentes de proteína. En el Erlenmeyer tiene lugar una reacción química entre el vinagre (agua) y el bicarbonato (alimento). Cuanta más cantidad de reactivos se haya usado más producto final (gas) se obtiene y más se infla el globo.

Se discuten los resultados con el alumnado y se compara con la hipótesis que el alumnado ha generado antes de realizar el experimento. ¿Qué fuente de proteína contamina más al medio ambiente?

- Vaca (proteína de origen animal): es la fuente de proteína que más recursos naturales necesita y, por tanto, su impacto medioambiental es significativamente mayor.
- Soja (proteína de origen vegetal): requiere extensiones de tierra inferiores, menos agua y nutrientes y, por tanto, su conreo tiene un impacto medioambiental menor.



Figura 1. Material para realizar la actividad 1 y resultados.

- Grillo (proteína derivada de los insectos aptos para el consumo humano): es el que requiere menos recursos y el que, consecuentemente, contamina menos en su proceso de producción.

Adaptaciones

- Etapa infantil y primer curso de educación primaria: se coloca al alumnado en semicírculo ya que es el/la docente quien realiza el experimento. En este caso, solo se lleva a cabo la simulación de la vaca y del grillo.
- Segundo y tercer curso: cada grupo de alumnos puede realizar de manera autónoma el experimento, pero continúan trabajando solo con la vaca y el grillo.
- Cuarto curso y ciclo superior: cada grupo lleva a cabo autónomamente su experimento y se añade la soja.

En los cursos superiores, en los cuales el alumnado es quien realiza el experimento, se desarrollan habilidades esenciales en la comunidad científica; como la rigurosidad al seguir un protocolo y tomar consciencia de que las cantidades y el orden de los pasos es determinante para que los resultados sean comparables entre los diferentes grupos de trabajo de la clase. De este modo, aprenden la importancia de las réplicas y de la reproductibilidad de los experimentos. Este proceso les permite comprender la evaluación crítica de los resultados y valorar la fiabilidad de las conclusiones.

Actividad 2: Fuentes de proteína equivalentes

Hasta ahora, se ha trabajado el impacto medioambiental de las diferentes fuentes de proteína entre las que la proteína de origen animal

destaca por su contribución al cambio climático. Las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la producción de carne y otros productos animales son significativamente superiores en comparación con las de otras fuentes alternativas de proteínas. Este hecho demuestra la necesidad de buscar fuentes de proteína alternativas más sostenibles pero que a su vez sean equivalentes, es decir, que tengan la misma calidad biológica. Para trabajar este concepto se realizan dos talleres.

El objetivo de esta segunda actividad es mostrar que la proteína de insecto y la de origen animal tienen la misma calidad biológica, que nos aportan los mismos aminoácidos y, por tanto, son equivalentes. En cambio, la calidad de la proteína de origen vegetal puede variar en función del vegetal del que procedan. De modo que, los objetivos específicos que se pretenden trabajar en esta actividad son los siguientes:

- 1. Determinar que la proteína de insecto tiene la misma calidad que la proteína de origen animal (proteína de referencia en cuanto a calidad) y que no todos los vegetales aportan proteína de alta calidad.
- 2. Identificar los nutrientes que forman parte de una dieta equilibrada y saludable introduciendo los insectos como una fuente de proteína equivalente y más sostenible.

Actividad 2.1. Pulseras

En primer lugar, se realiza una interacción con el alumnado para profundizar en su conocimiento sobre las proteínas y los alimentos que las contienen. A continuación, se muestra al alumnado unos murales en los cuales cada personaje (vaca, soja y grillo) lleva un collar que simboliza la proteína que contienen (Figura 2A). Se destaca que las proteínas se pueden imaginar como collares formados por diversas bolitas de colores. Cada bolita en el collar representa un aminoácido, y si dos alimentos tienen la misma combinación de colores esto indica que tienen la misma calidad proteica (la misma combinación de aminoácidos). A continuación, se le pregunta al alumnado si observan alguna diferencia entre los collares. En este punto, se insiste en la importancia de tener una mayor diversidad de bolitas de distintos colores (es

decir, una mayor variedad de aminoácidos), ya que esto mejorará la calidad de la proteína. Tras introducir estos conceptos, el alumnado puede crear su propia pulsera para construir una proteína de alta calidad (Figura 2B y C).

Es importante destacar que entre el alumnado de la etapa de infantil y ciclo inicial de primaria el concepto de proteína es complejo. Por este motivo, durante el desarrollo de la actividad se introdujo este término como un nutriente que es necesario para crecer ya que forma parte de nuestros músculos y que es muy importante consumirlo. Es decir, se intentó ilustrar a las proteínas a través de conceptos más familiares en esas edades.

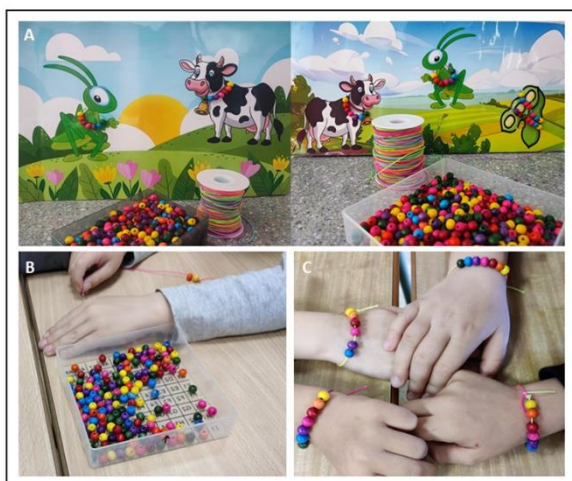


Figura 2. Material necesario para realizar la actividad y brazaletes resultantes.

Actividad 2.2. Rompecabezas y juego de cartas

El objetivo de este taller es trabajar y promover una alimentación saludable y equilibrada, a la vez que se introducen las proteínas alternativas y equivalentes para lograr una alimentación más sostenible. En esta segunda parte, se presentan dos juegos diferentes según el nivel educativo en el cual se está desarrollando la actividad. Para los más pequeños se ha optado por un rompecabezas que cada grupo deberá de completar con 4 tipos de alimentos (alimentos ricos en vitaminas y minerales, alimentos ricos en proteína, alimentos ricos en hidratos de carbono y alimentos ricos en grasas). Y para el alumnado a partir de segundo curso se han diseñado dos modalidades de un juego de cartas

exclusivo que pueden jugar en grupo a partir de 4 jugadores:

- Rompecabezas: Para los grupos de infantil y primer curso de educación primaria este taller se basa en un rompecabezas (Figura 3A). Cada grupo tiene un rompecabezas del mismo color (cada color representa un grupo de nutrientes) y debe lograr los 4 colores para completar el rompecabezas que representa el plato equilibrado (Figura 3B).
- Juego de cartas Beeff2buff: El juego de cartas se puede realizar en dos niveles de dificultad según la edad de los participantes tal y como se recoge en la tabla 1.



Figura 3. Materiales utilizados para realizar el segundo taller de la actividad 2.

Actividad 3: ¿Comeríais insectos?

Se pretende desestigmatizar el consumo de insectos. Hasta el momento, se han presentado los insectos como una de las soluciones más prometedoras para hacer frente a la problemática medioambiental que causa la ganadería extensiva y, además, proporcionando proteína de alta calidad. Se pregunta al alumnado si comerían insectos enteros siempre enfatizando que deben ser aptos para el consumo humano. A aquellos alumnos que no comerían se les pregunta si comerían alimentos que contengan insectos como alternativa a los insectos enteros.

	Nivel fácil (De 2º a 4º de primaria)	Nivel difícil (5º y 6º de primaria)
Objetivo del juego	El objetivo de Beeff2Buff es lograr una carta de cada color (azul, verde, amarillo, lila y rojo, donde cada color representa un tipo de nutriente) y así completar el plato, es decir, lograr un plato con todos los nutrientes. Será necesario combinar estratégicamente las cartas de alimentos para conseguirlo. Cada carta tiene asignada una puntuación según el valor nutricional del alimento y la sostenibilidad de su producción. Cabe destacar que la carta de los insectos es la que tiene la mayor puntuación para enfatizar que el consumo de esta fuente de proteína alternativa es más sostenible. Al final del juego, el jugador que tenga una carta de cada color y con más puntos será el ganador.	El objetivo del juego es lograr diseñar un plato que represente una dieta equilibrada. Un ejemplo de este plato se puede observar a la Figura 3C. El plato equilibrado consta de: 1 carta de un alimento que nos aporte grasas, 3 cartas de alimentos que nos aporten proteínas, 2 cartas de alimentos que nos aporten hidratos de carbono, 2 cartas de fruta y 4 cartas de verduras. Cada carta tiene asignada una puntuación en función del valor nutricional del alimento y la sostenibilidad de su producción. Es importante remarcar que la carta de los insectos es la que tiene la mayor puntuación para enfatizar que el consumo de esta fuente de proteína alternativa es más sostenible. Al final del juego, el jugador que logre el plato equilibrado y con más puntos será el ganador.
Preparación del juego	Prepara las cartas separándolas por colores. Coloca el mismo número de cartas de cada color que el número de jugadores que hay en la partida. Además, añade “n” cartas aleatorias, donde “n” es el nombre de jugadores. Solamente se añade una carta de insectos. Número de cartas totales = (n x 5) + n Reparte 6 cartas a cada jugador, asegurando que no queden cartas sobrantes.	Prepara las cartas separándolas por colores. Siendo “n” el número de jugadores: - Lípidos = 1 x “n” - Proteínas = 3 x “n” (1 o más de una carta de insectos) - Hidratos de carbono = 2 x “n” - Fruta = 2 x “n” - Verdura = 4 x “n” Además, agrega “n” cartas aleatorias, donde “n” es el número de jugadores. Reparte 6 cartas a cada jugador y coloca las sobrantes en un montón en el centro de la mesa.
Inicio del juego	1. Selecciona una carta y colócala boca abajo sobre la mesa. 2. Pasa las cartas restantes al jugador situado a la derecha. 3. Muestra la carta que esta boca abajo sobre la mesa. 4. Repite los pasos anteriores hasta que se hayan jugado todas las cartas	1. Selecciona una carta y colócala boca abajo sobre la mesa. 2. Pasa las cartas restantes al jugador situado a la derecha. 3. Muestra la carta que se encuentra boca abajo sobre la mesa. 4. Coge una carta del montón que hay en el centro de la mesa. 5. Repite los pasos anteriores hasta que se hayan jugado todas las cartas. Si se agotan las cartas del montón central, continua el juego sin robar cartas hasta que algún jugador se quede sin cartas en la mano (Figura 3C y 3D).
Final del juego	Cuando agotadas todas las cartas, se realiza el recuento de puntos. Únicamente se suman los puntos si el jugador tiene una carta de cada color (plato completo). Gana el jugador con más puntos.	Una vez utilizadas todas las cartas, se realiza el recuento de puntos. Únicamente se suman los puntos si el jugador logra reproducir las proporciones del plato equilibrado (lípidos = 1 carta, proteínas = 3 cartas, carbohidratos = 2 cartas, frutas = 2 cartas, verduras = 4 cartas). Es importante tener en cuenta que la puntuación de cada carta se basa en la calidad del nutriente que representa y en la sostenibilidad de la producción del alimento en cuestión.

Tabla 1. Instrucciones para jugar al juego de cartas Beeff2Buff en dos niveles.

En esta actividad final se logran los siguientes objetivos: 1) Eliminar la imagen de comer gusanos, saltamontes o grillos y 2) Introducir alimentos más cotidianos elaborados con harina de insectos, como pasta, barritas energéticas, cereales, etc.

Se muestran diferentes productos comerciales. Como se observa en la Figura 4, algunos son directamente insectos (Figura 4A), y otros alimentos pueden ser hasta galletas o cereales hechos a partir de insectos (Figura 4B).



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

Actividad final: Resumen de los conceptos trabajados

Tras completar cada actividad descrita anteriormente, el alumnado recibe un sobre, de modo que al final tendrán cuatro sobres numerados del 1 al 4 (Figura 5). En los niveles de infantil y primero, estos sobres contendrán imágenes que el alumnado deberá emparejar correctamente (Figura 5A). En cambio, a partir de 2º curso, estos sobres contendrán palabras que al ordenarlas forman la siguiente frase “Los insectos son una fuente de proteína sostenible y equivalente” (Figura 5B). La relación de las diferentes imágenes o la ordenación de las palabras contenidas en los diferentes sobres se realiza de manera conjunta con todo el alumnado del aula.

Con esta actividad final se pretende reflexionar sobre el contenido trabajado lo largo de las diferentes actividades. Para ello, se reflexiona con el alumnado sobre las consecuencias del ritmo de crecimiento de la población mundial y de la elevada esperanza de vida. En particular, se destacan las dificultades que esto supone en alimentación y suministro de alimentos. La proteína de origen animal es la principal fuente de proteína. No obstante, su producción está asociada a un elevado impacto medioambiental. En este contexto, el

consumo de insectos puede ser una solución para hacer frente a este problema global, ya que representan una fuente de proteína equivalente a la de origen animal y su producción es más sostenible.

Adaptaciones

Tal y como se ha descrito anteriormente, las actividades se adaptan según el nivel en el que se imparten. La Tabla 2 contiene las adaptaciones realizadas de cada actividad según la edad del alumnado.

VALORACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Al finalizar las actividades, el alumnado respondía un sencillo cuestionario para valorar la propuesta didáctica desarrollada. Este cuestionario recogía la opinión del alumnado frente al nivel de dificultad y el interés general sobre las diferentes actividades realizadas. El cuestionario era anónimo y constaba de cuatro preguntas cerradas (Figura 6). En las dos últimas preguntas (3 y 4) el alumnado podía marcar más de una opción. De este modo, tan solo se presentan los resultados de la opinión sobre la valoración de la actividad, pero sin mostrar las evidencias de los aprendizajes logrados.

Muestra

La propuesta didáctica se llevó a cabo en diferentes centros educativos de la demarcación de Tarragona tanto en escuelas rurales y en colegios públicos y concertadas. Un total de 6 escuelas y 942 niños y niñas de entre 3 y 12 años participaron en las actividades propuestas. En cada escuela, la propuesta didáctica fue llevada a cabo por los investigadores y docentes del proyecto “Els insectes a l'escola: una font de proteïna més sostenible” financiado por la Diputació de Tarragona y el Ministerio de Ciencia e Innovación (TED2021-131783B-I00).

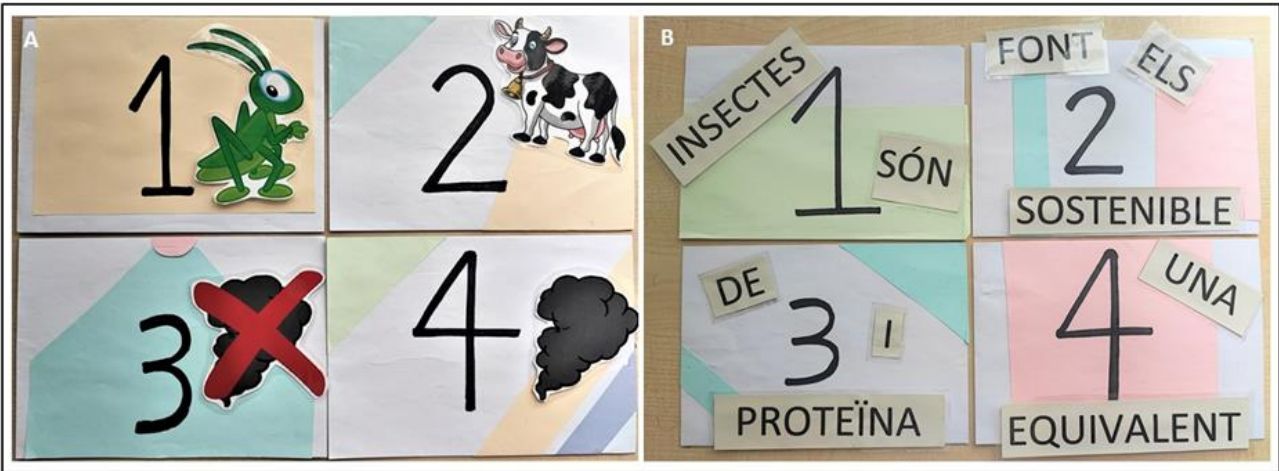


Figura 5. Actividad final para reflexionar sobre los conceptos trabajados. A. Actividad adaptada a educación infantil y 1º de primaria. B. Actividad para realizar a partir de 2º de primaria.

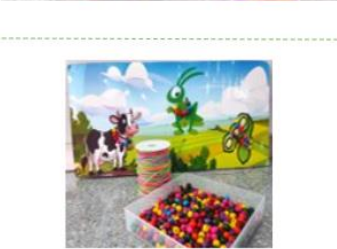
	ACTIVIDAD 1: IMPACTO AMBIENTAL	ACTIVIDAD 2.1: PROTEÍNA INSECTOS	ACTIVIDAD 2.2: PROTEÍNA INSECTOS
INFANTIL y 1º (45 min-1 hora)	Demostración realizada por el/la docente 		
2º y 3º (1,5 horas)	Actividad realizada por el alumnado 		
4º, 5º y 6º (2 horas)	Actividad realizada por el alumnado 		

Tabla 2. Adaptaciones realizadas en cada actividad para cada curso.

VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD

1. ¿Te ha gustado la actividad?

★
Nada

★
Un poco

★
Bastante

★
Mucho

2. ¿Qué dificultad ha tenido para ti la actividad?

📏
Nada difícil

📏
Un poco difícil

📏
Bastante difícil

📏
Muy difícil

3. ¿Qué taller te ha gustado más?

🎈
Experimento globo

📿
Brazalete

🧩
Puzzle/Juego de cartas

4. ¿Qué emoción has sentido durante la actividad?

😞
Tristeza

🤔
Aburrimiento

😲
Sorpresa

😊
Alegria

Figura 6. Cuestionario para a la valoración de la propuesta didáctica por parte del alumnado.

Resultados obtenidos en la valoración

Una vez finalizada la actividad, el alumnado respondió a un cuestionario de valoración de los talleres. La primera pregunta que se les formuló fue: “¿Te ha gustado la actividad?”. Como se puede observar en la Figura 7, la gran mayoría, más de un 78,03% contestó mucho y un 18,68% bastante. Por otro lado, solo cuatro alumnos respondieron nada y un pequeño porcentaje (2,87%) respondió un poco.

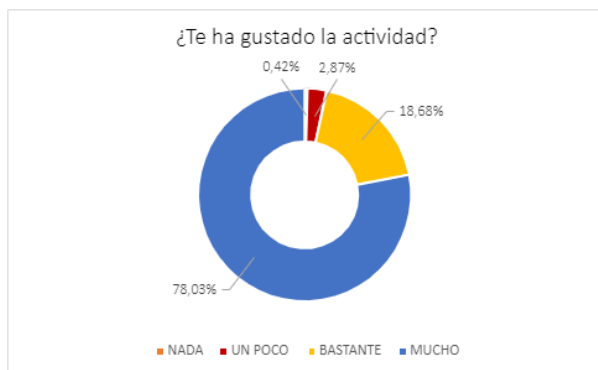


Figura 7. Valoración del alumnado sobre si les ha gustado la propuesta didáctica.

La segunda pregunta que se formuló (“¿Qué dificultad ha tenido para ti la actividad?”) permitió conocer si el alumnado consideraba que las distintas actividades eran difíciles. En la Figura 8 muestra que la gran mayoría afirma que las actividades no eran nada difíciles (61,47%) o poco difíciles (29,83%). Un 6,37% encontró las actividades bastante difíciles y un porcentaje muy pequeño (2,33%) las consideró muy difíciles.



Figura 8. Valoración del alumnado sobre el grado de dificultad de la propuesta didáctica.

En la pregunta sobre qué actividad les había gustado más, se permitió que el alumnado pudiera escoger más de una opción, ya que muchos dudaban entre dos o incluso entre las tres actividades y no se decidían. Este hecho hace que sea complicado identificar la actividad que más gustó, pero según muestra la Figura 9 parece que todas gustaron a gran parte del alumnado. En general, sí que se observa que la actividad que ha gustado más ha sido la de los globos seguida de la de los brazaletes y las cartas.

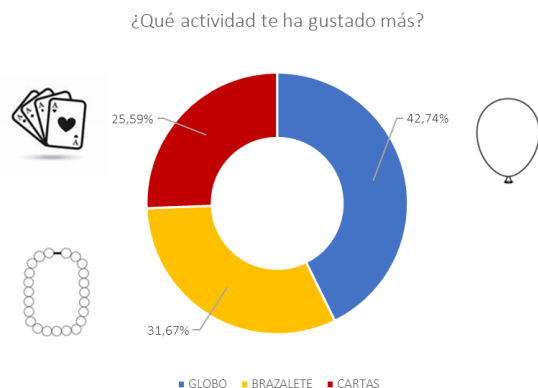


Figura 9. Actividades que más han gustado al alumnado.

Finalmente, la última pregunta del cuestionario era: “¿Que emoción has sentido durante la actividad?”. En este caso, como muestra la Figura 10, también se les permitió marcar más de una opción si estaban indecisos. La mayoría (62,91%) sintió alegría. El 33,42% se mostró sorprendido. Por otro lado, y gratamente, únicamente el 3,21% se aburrió y un 0,46% se sintió triste.

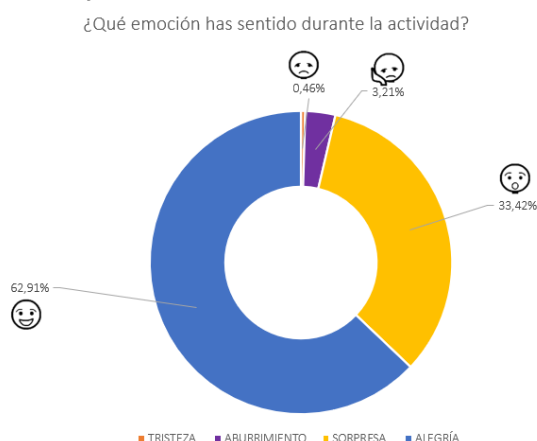


Figura 10. Emociones que sintió el alumnado durante el desarrollo de las actividades.

CONCLUSIONES

La propuesta pretende abordar la problemática actual sobre el cambio climático y la escasez de recursos del actual sistema alimentario. Para lograrlo, se ha elaborado un hilo conductor para ampliar contenidos y captar la atención del alumnado con actividades que van desde pequeños experimentos hasta juegos de cartas. Esta variedad de tipología de las actividades logró captar y mantener el interés de todo el alumnado a lo largo de las sesiones.

El contenido y la duración de las actividades se han adaptado a cada nivel para garantizar la participación de todo el alumnado, incluyendo educación infantil, que a menudo se ven excluidos de este tipo de proyectos o actividades científicas. La adaptación a los diferentes niveles de educación infantil (I3, I4 e I5) no ha sido un reto fácil, pero creemos firmemente que iniciar la formación medioambiental en estas primeras etapas es esencial, al igual que otros contenidos y competencias. Por un lado, la principal dificultad en la adaptación de las actividades para infantil ha sido el tiempo, ya que es necesario planificar actividades cortas para mantener la atención del alumnado. Por otro lado, el segundo reto fue intentar utilizar un vocabulario apropiado para este grupo de edad. Por ejemplo, el concepto de proteína es complejo para ser utilizado en edades tempranas, pero esto no significa que no se deba introducir. Se habló de las proteínas como unos nutrientes que forman parte de los huesos y los músculos y que son esenciales para el crecimiento, lo que hizo que el concepto fuera más comprensible para el alumnado de estas edades tempranas.

Analizando la valoración realizada por el alumnado al finalizar las diferentes actividades, se puede observar una respuesta positiva de todo el alumnado, independientemente de su nivel educativo. En general, las actividades tuvieron una buena acogida, lo que facilitó el proceso de evaluación a los alumnos, ya que muchos eligieron más de una actividad y algunos incluso todas. La falta de dificultad de las actividades aumentó el interés por parte del alumnado. Estos resultados los relacionamos, más que con la propia dificultad que presentaban las actividades, con la temática y los conceptos relacionados. Por lo tanto, creemos que se ha sabido adaptar el discurso y el vocabulario a los diferentes niveles educativos. Además, durante la realización de las actividades, la mayoría han manifestado sentir alegría, un sentimiento que, como describen algunos autores, tiene efectos positivos sobre el proceso de aprendizaje.

En resumen, dada la valoración positiva de los alumnos, podemos considerar que esta propuesta didáctica es adecuada para concienciar sobre problemáticas medioambientales y adquirir nuevos

conceptos mediante actividades manipulativas y lúdicas. Propuestas como esta pueden ser un poderoso recurso educativo para fomentar la concienciación y la acción responsable hacia un futuro más sostenible. La inclusión del alumnado de educación infantil en estas iniciativas es un paso significativo para garantizar una educación medioambiental integral y equitativa desde las primeras etapas del aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las escuelas que nos han abierto las puertas para poder realizar las diferentes actividades sobre los insectos.

Esta propuesta ha sido financiada por la Diputació de Tarragona (DIPTA 2022/08) y el Ministerio de Ciencia e Innovación (TED2021-131783B-I00).

La autora Cristina Valls es profesora lectora dentro del programa Serra Húnter. La autora Maria Descamps goza de una ayuda Joan Oró para la contratación de personal investigador predoctoral en formación (FI 2023). La autora Helena Segú goza de una ayuda del programa Martí i Franquès - Contractes de personal investigador predoctoral en formación de la Universitat Rovira i Virgili. El autor Adrià Vilalta goza de una ayuda Joan Oró para la contratación de personal investigador predoctoral en formación (FI SDUR 2022).

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Toalá, J. E., Cruz-Monterrosa, R. G., y 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. y 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/ciencies.471>
- Álvarez, J. F., y 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 - Herrero, 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., y Valls, C. (2022). Implementación y validación de una gincana para aprender genética en educación secundaria. *Retos*, 43, 127 - 134.

Boye, J., Wijesinha-Bettoni, R., y 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., y 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., y Sacristán, J. A. (Coords) (2020). Enseñando ciencia con ciencia. FECYT y Fundación Lilly. Penguin Random House

Deroy, O., Reade, B., y 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., Gamó, R., Guillén, J. C., Hernández, T., Lligoiz, M., Pardo, F., y 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., y 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., y 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., y 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., y 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., y 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., y 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., y 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., y 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., y 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>
- United Nations (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., y 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., y Vivaracho, C. E. (2018). Gamificación en el aula: gincana de programación. *ReVisión*, 11(1), 8.
- Thavamani, A., Sfera, T. J., y 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., y 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., y 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., y 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>
- Woolf, P. J., Fu, L. L., y 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>