



Facultad de Ciencias Empresariales

# **EL CONSUMO DE CARNE Y LAS ALTERNATIVAS PROTEICAS EN LA ERA MODERNA**

Autor: Hugo Jaime Petit Torres  
Tutor: Ana Zapatero González

## **Resumen**

La carne hace parte de nuestra dieta desde siempre y ha permitido el desarrollo de nuestra inteligencia desde los inicios. Sin embargo, el desarrollo de su producción con el paso del tiempo, la ha convertido en una industria que genera controversia en los medios de comunicación.

El crecimiento de la población en el último siglo, pasando de dos mil millones en 1920 a más de siete mil millones en 2020, ha generado una aceleración expansiva de la industria que ha generado un impacto negativo sobre el medioambiente. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la industria cárnica genera casi un 15% de los gases de efecto invernadero a nivel mundial.

A raíz de esta problemática, se han desarrollado alternativas para reemplazar el aporte de proteínas que generalmente tomábamos de la carne. Consumo de insectos, carne in vitro o veganismo, son nuevas dietas emergentes que tienen la intención de sustituir o de convivir con el consumo de carne.

La industria de la producción de carne busca soluciones para desarrollar e innovar, con el objetivo final de reducir su huella de carbono y poder seguir creciendo.

**Palabras clave: consumo de carne, alternativas de proteínas, gases de efecto invernadero, innovación y desarrollo**

## **Abstract**

Meat has always been part of our diet and has enabled the development of our intelligence since the beginning. However, the development of its production over time has turned it into an industry that has generated controversy in the media.

Population growth over the last century, from two billion in 1920 to more than seven billion in 2020, has generated an expansive acceleration of the industry that has had a negative impact on the environment. According to the Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), the meat industry generates almost 15% of global greenhouse gases.

As a result of this problem, alternatives have been developed to replace the protein intake we usually get from meat. The consumption of insects, in vitro meat or veganism are new emerging diets that are intended to replace or coexist with meat consumption.

The meat production industry is looking for solutions to develop and innovate, with the ultimate goal of reducing its carbon footprint and continuing to grow.

**Keywords: meat consumption, protein alternatives, greenhouse gas emissions, innovation and development**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## **1. INTRODUCCIÓN**

- 1.1 Presentación y contextualización del tema
- 1.2 Justificación
- 1.3 Objetivos del trabajo
- 1.4 Metodología
- 1.5 Estructura del trabajo

## **2. ATRIBUTOS DE LA CARNE**

- 2.1 Utilidad de los componentes de la carne en nuestra dieta
- 2.2 Evolución histórica del consumo de carne en España
- 2.3 Problemas principales a los que se enfrenta la producción de carne actual
- 2.4 Futuros escenarios hipotéticos del consumo de carne a nivel mundial

## **3. ALTERNATIVAS PARA CONSUMIR PROTEINAS**

- 3.1 Las algas, una alternativa con alto contenido de proteínas
- 3.2 Proteína de insectos, un recurso en desarrollo avanzado
- 3.3 Dietas plant-based
- 3.4 Clean meat o la carne in vitro

## **4. INVESTIGACION Y DESARROLLO PARA MEJORAR LA INDUSTRIA DE LA PRODUCCION DE CARNE**

- 4.1 Desarrollo demográfico contrastado
- 4.2 Propuestas para la estrategia Carbono Neutral 2050

## **5. CONCLUSIONES**

- 5.1 Conclusiones en base a la investigación llevada a cabo

## **6. BIBLIOGRAFIA**

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Presentación y contextualización del tema**

Considerando la carne como un pilar fundamental de nuestra alimentación desde el inicio de los tiempos, y dado las crecientes polémicas hacia la industria cárnica, la proteína animal y los supuestos impactos negativos de su producción, he decidido investigar acerca de los verdaderos componentes de esta industria, de sus alternativas y de la viabilidad a largo plazo de dichas alternativas.

Debido al crecimiento de la población mundial, se ha producido un incremento en la demanda de alimentos de origen animal, lo cual ha generado un aumento en la producción ganadera. Sin embargo, este incremento en la producción ha generado una fuerte presión sobre el medio ambiente, los recursos hídricos y la biodiversidad, y ha contribuido al cambio climático. Por consiguiente, se hace necesario explorar nuevas estrategias para producir alimentos de forma más sostenible. Algunas soluciones que se han propuesto incluyen reducir el consumo de carne, adoptar sistemas de producción más sostenibles y modificar la dieta para incluir alimentos que requieran menos recursos para su producción. Es un tema de actualidad, que nos afecta a todos pues consumimos de forma directa o indirecta productos de esta industria. Desde siempre, la carne ha sido la fuente de proteína más fiable para nuestro día a día.

## **1.2 Justificación**

Siendo deportista de alto nivel, la considero una parte crucial de mi alimentación y actualmente desconozco cuales son realmente sus efectos y que posibilidad existen, en caso de ser mala, para poder remplazarla. Además, teniendo la intención de trabajar en el sector de la gran distribución, donde es importante seguir las tendencias del mercado de consumo de los clientes, quiero intentar comprender si esto es una moda pasajera o si de verdad es necesario eliminar o reducir la carne en nuestra dieta.

Actualmente, nuestra sociedad nos suele brindar alternativas al consumo de carne animal explicando que su consumo puede ser peligroso para nosotros y para el medio ambiente. Sin embargo, con este trabajo de investigación, quiero buscar si aquello que nos cuentan es cierto o si el consumo de carne es irremplazable.

### **1.3 Metodología**

Para realizar este trabajo se ha llevado a cabo una investigación de fuentes secundarias como por ejemplo informes, tesis o artículos académicos, además de fuentes primarias que vienen de informes realizados por gobiernos o instituciones públicas con información y datos objetivos.

El marco y el contexto geográfico de este trabajo se van a focalizar principalmente en el territorio y el consumo de los españoles, realizando ciertas comparativas, para poder contextualizarnos con países vecinos, con países europeos con un modo de vida comparable al nuestro.

### **1.4 Estructura del trabajo**

Para tratar de cumplir con estos objetivos, primero estudiaremos y explicaremos en profundidad la evolución del consumo de carne en España. De esta forma podremos entender que importancia se le da a la carne en la cultura española y el progresivo desarrollo de esta industria. Nos basaremos en artículos académicos que puedan demostrar e ilustrar los argumentos que se expongan, tratando de utilizar aquellos que muestren los datos más actualizados.

Seguidamente, nos adentraremos en explicaciones científicas acerca del consumo de carne, de la necesidad humana de consumir proteínas y de su impacto en nuestra dieta. A raíz de lo anterior, desarrollaremos las alternativas a la proteína animal explicando las características de cada una en cuanto a varios criterios tales como el consumo de agua, el espacio requerido y varios más específicos.

Tras entender los componentes económicos, medioambientales y científicos de cada tipo de fuente de proteína, procuraremos ver cual se aplica de forma más viable a las proyecciones demográficas, a la esencia cultural y al tipo de consumo de España.

## **2. ATRIBUTOS DE LA CARNE**

### **2.1 Utilidad de los componentes de la carne en nuestra dieta**

La carne es una fuente importante de proteínas, vitaminas y minerales que son esenciales para una dieta saludable y equilibrada. Las proteínas de la carne son una fuente completa

de aminoácidos, que son los componentes básicos de las proteínas necesarios para el crecimiento y mantenimiento del tejido corporal. La carne también es una buena fuente de hierro, zinc y vitamina B12, nutrientes que son esenciales para la formación de glóbulos rojos, el sistema inmunológico y la función neurológica.

Además, se ha demostrado que el consumo de carne, en particular carne roja, puede ayudar a prevenir la deficiencia de hierro, especialmente en mujeres y niños. La carne también es una buena fuente de creatina, un compuesto que se encuentra en los músculos y que se ha relacionado con mejoras en la fuerza muscular y la función cerebral.

En cuanto a la salud cardiovascular, la relación entre el consumo de carne y la enfermedad cardíaca ha sido objeto de debate y controversia en la literatura científica. Algunos estudios sugieren que el consumo excesivo de carne roja y procesada puede aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares, mientras que otros estudios no han encontrado una asociación significativa. Sin embargo, la mayoría de los estudios han encontrado que el consumo moderado de carne, como parte de una dieta equilibrada, no tiene un impacto negativo en la salud cardiovascular y puede incluso tener un efecto beneficioso.

También se ha demostrado que el consumo de carne puede mejorar la salud muscular, especialmente en personas mayores. La proteína de la carne ayuda a mantener y aumentar la masa muscular, lo que puede ayudar a prevenir la sarcopenia (pérdida de masa muscular) relacionada con la edad.

En resumen, el consumo de carne puede proporcionar una fuente importante de proteínas, vitaminas y minerales esenciales en la dieta humana. Aunque algunos estudios sugieren una posible relación entre el consumo excesivo de carne y ciertas enfermedades, la mayoría de los estudios han encontrado que el consumo moderado de carne, como parte de una dieta equilibrada, no tiene un impacto negativo en la salud y puede tener beneficios para la salud muscular y la prevención de deficiencias nutricionales. Es importante tener en cuenta que la elección de carnes magras y frescas, así como la moderación en su consumo, son factores importantes para una dieta saludable y equilibrada.

## **2.2 Evolución histórica del consumo de carne en España**

Las primeras pruebas de comportamiento carnívoro en humanos se remontan a hace más de 3,4 millones de años. El primer homínido en mostrar evidencia de ingesta de carne animal fue el *Australopithecus afarensis*. Analizando sus dientes se puede apreciar que eran grandes y planos (aptos para una dieta basada en plantas), se han encontrado marcas

de cortes realizados por humanos en huesos de animales coetáneos al *Australopithecus afarensis*, lo que sugiere que esta fue la primera vez que los humanos comenzaron a comer carne de animales. Es una evidencia que el cambio de dieta vegetal a una dieta basada en la carne ha sido lo que ha permitido el desarrollo de nuestro cerebro y cuerpo humano.<sup>1</sup> Después del primer contacto del humano con la ingesta de proteína animal, los humanos desarrollaron sistemas para obtener la carne de manera más sencilla, lo que llevó, miles de años más tarde, a la creación de la industria alimentaria que conocemos actualmente. La domesticación de plantas y animales es uno de los aspectos más característicos de la raza humana; los animales y plantas de hoy en día han evolucionado significativamente desde su aspecto salvaje inicial debido al impacto del ser humano sobre ellos. La agricultura fue la actividad que permitió a las personas dejar de ser nómadas, establecer asentamientos y aumentar significativamente la población (Maroto Borrego, 2014). Además, la cría de animales para su consumo exclusivo era la actividad que facilitó a los humanos el acceso al consumo de productos de origen animal y satisfacer su deseo de consumir proteína animal.

En la Edad Media, el consumo de carne en España era limitado, debido a la falta de animales de granja y a las restricciones religiosas que limitaban el consumo de carne en ciertos días del año. La carne era considerada un lujo y era consumida principalmente por la nobleza y los aristócratas (Zapatero, 1997). Con el tiempo, el consumo de carne comenzó a aumentar a medida que la agricultura y la ganadería se desarrollaron y se expandieron. Durante los siglos XVIII y XIX, la carne comenzó a ser un alimento importante para la mayoría de la población, especialmente en las zonas rurales, donde la carne de cerdo se convirtió en un nuevo elemento de la dieta cotidiana.

En la primera mitad del siglo XX, se sigue consumiendo menos kilocalorías por persona que en el resto de Europa occidental (Langreo y Germán, 2018). La aparición y la intensificación de nuevas tecnologías de producción permitieron un gran desarrollo y diversificación de la oferta proveniente de la producción agraria, y, por lo tanto, nuevos productos introducidos en la dieta de los españoles con variedad de tipos de carne (Langreo y Germán, 2018). En la segunda mitad del siglo XX, el consumo de carne en España aumentó, aunque hubo cambios en los tipos de carne consumidos. La carne de cerdo siguió siendo la más consumida, seguida de la carne de vacuno y de pollo. Sin

---

<sup>1</sup> Marmelada, C. A. (2007) ¿Comer carne nos hizo inteligentes? *Ciencia Cognitiva: Revista Electrónica de Divulgación*, 1:1, 18-20.



embargo, en las últimas décadas, el consumo de carne roja fue disminuyendo en favor de carnes como el pollo y el pavo. Podemos ver esto con cifras exactas en el capítulo III del informe realizado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico:

*“La carne constituye el capítulo que más ha aumentado su peso relativo en el periodo estudiado. Los españoles gastan en este concepto casi tres veces más en 1981 que en 1958 (en pesetas constantes), pasando su participación en el total del gasto del 17,6 por 100 en 1958 al 28,7 por ciento en 1980/81.[...] Los tipos de carnes que más se han consumido son: cerdo, ternera y aves de corral.”<sup>2</sup>*

En España, el consumo de carne está principalmente basado en la carne de cerdo, vacuno, cordero y pollo. En 2018, el consumo de carne en España fue de alrededor de 45 kg por persona al año, lo que la convierte en uno de los países de la Unión Europea con mayor consumo de carne (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2019).

Sin embargo, la tendencia de consumo de carne ha experimentado ciertos cambios en los últimos años. Por ejemplo, en los últimos diez años, el consumo de carne de cerdo en España ha aumentado en un 14%, según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. El consumo de carne de pollo ha aumentado significativamente en los últimos años, y en 2018, el consumo per cápita de carne de pollo en España fue de 12,58 kg, lo que representa un 25,6% del consumo total de carne. En cuanto a la carne de vacuno, España ocupa el séptimo lugar en la Unión Europea en términos de consumo per cápita, con un consumo de 5,5 kg por persona al año (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021). Sin embargo, este número ha disminuido en los últimos años debido a la creciente preocupación por la sostenibilidad y el bienestar animal.

En los últimos 20 años, España ha experimentado una disminución en el consumo de carne, aunque sigue siendo un país con un alto consumo per cápita en comparación con otros países europeos. Según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, en 2022 se consumieron en el país alrededor de 35 kg de carne por persona al año en el hogar (no se tiene en cuenta la comida fuera de casa), lo que supone una reducción del 13% en comparación con el año anterior (Ministerio de Agricultura, Pesca y alimentación, 2022). Si comparamos estos datos con los del resto de Europa, vemos que países como Alemania y Francia tienen un consumo per cápita de carne más alto que

---

<sup>2</sup> *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI)*. (2022, 1 de marzo). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/Inventario-GEI.aspx>

España, con 60,4 y 64,4 kg respectivamente en 2018, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Sin embargo, a nivel europeo se observa una tendencia hacia la reducción en el consumo de carne, principalmente debido a preocupaciones relacionadas con la salud y el medio ambiente. De hecho, un informe de Valeria Errecart, de la Escuela de Economía y Negocios de la universidad de San Martín sobre el Análisis del mercado mundial de carnes, muestra que entre 2010 y 2016, el consumo per cápita de carne disminuyó en un 12% en los países de la UE (Errecart, 2016), sin embargo, aumenta en otros países como China e India.

En conclusión, aunque España sigue siendo un país con un alto consumo per cápita de carne en comparación con otros países europeos, se ha observado una disminución en el consumo en los últimos años. Esta tendencia también se observa en otros países de la UE, que están adoptando estrategias para reducir el consumo de carne y promover opciones de alimentación más sostenibles.

Si bien es cierto que la producción aumenta de forma constante, gran parte es destinada al comercio exterior. El consumo a nivel nacional es estable o decrece desde hace 10 años. Las exportaciones aumentan cada vez más, sobre todo hacia países emergentes.

### **2.3 Problemas principales a los que se enfrenta la producción de carne actual**

En la actualidad, se estima que aproximadamente el 30% de la superficie terrestre se destina a la actividad agrícola, y dentro de esa proporción, alrededor del 70% se utiliza para la práctica de la ganadería extensiva. Además, se calcula que el sector ganadero utiliza aproximadamente el 8% del agua dulce total disponible, que se destina tanto al riego de cultivos como a otras actividades relacionadas. Actualmente, la ganadería ocupa alrededor de un tercio de la superficie terrestre y es responsable de aproximadamente el 18% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero cada año.<sup>3</sup>

Una de las principales críticas que se le hace a esta industria es la emisión de gases de efecto invernadero. La ganadería es una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero, sobre todo metano y óxido nítrico, mucho más potentes que el dióxido de carbono. A continuación, explicaré en profundidad cómo se producen estas emisiones y

---

<sup>3</sup> Cartín-Rojas, A., & Ortiz, P. (2017). Ventajas y desventajas del cultivo de carne in vitro: perspectivas desde la seguridad alimentaria. *Dialnet*.

por qué son un problema. El ganado emite metano principalmente a través de la fermentación entérica, es decir, la digestión de los alimentos en el estómago de los animales y principalmente de las vacas. El metano es un gas de efecto invernadero muy potente, ya que tiene un potencial de calentamiento global 80 veces mayor que el dióxido de carbono a lo largo de un periodo de 100 años (Organización de las Naciones Unidas, 2021). Los rumiantes, como las vacas, emiten más metano que otros animales debido a su sistema digestivo. Por otro lado, el óxido nitroso se emite principalmente a través de la excreción de nitrógeno por el ganado y su posterior descomposición en el suelo. El óxido nitroso tiene un potencial de calentamiento global 298 veces mayor que el dióxido de carbono a lo largo de un periodo de 100 años. El uso de fertilizantes y la gestión de estiércol también pueden contribuir a las emisiones de óxido nitroso. En general, se estima que la industria alimentaria es responsable de aproximadamente el 14,5% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Sostenible, 2022). Dentro de esta industria, la producción de carne de vaca es la que tiene un mayor impacto ambiental, seguida de la carne de cerdo y de pollo.

Los desechos orgánicos sólidos representan una importante preocupación, ya que su tratamiento no se realiza de manera adecuada, resultando en su descomposición al aire libre en la mayoría de los casos, especialmente en lo que respecta a los excrementos animales. Estos desechos emiten diversos gases, como óxido nitroso, dióxido de carbono, metano, entre otros, que como hemos mencionado anteriormente, son los que más contribuyen al aumento de los gases de efecto invernadero. Es importante tener en cuenta que estos desechos también contaminan las fuentes de agua subterránea. Esto ocurre debido al lavado del suelo a través de la filtración de agua, conocida como lixiviación, y también porque promueven la proliferación de patógenos (Martínez Hernández, 2008).

Además, existen otros problemas que preocupan acerca de esta industria. La progresiva deforestación de la industria agropecuaria que expande sus terrenos, reduciendo el espacio disponible restante. El sobrepastoreo y la erosión del suelo pueden degradar los pastos y reducir su productividad con el tiempo. De este problema, emerge uno nuevo que es la potencial pérdida de biodiversidad. Hay una destrucción de hábitats para la agricultura y la extensión de los pastos pueden provocar a largo plazo la pérdida de biodiversidad y el declive de las especies silvestres. Los antibióticos se utilizan a menudo en las granjas industriales para prevenir enfermedades y promover el crecimiento de los animales, lo que conduce a un uso excesivo generalizado de estos fármacos. El uso de antibióticos en la industria cárnica contribuye, si se realiza de manera excesiva, al

desarrollo de bacterias resistentes a los antibióticos, lo que puede suponer una amenaza para la salud pública al dificultar el tratamiento de las infecciones bacterianas. La salud de los animales y la seguridad alimentaria son otros dos problemas que han sido señalados.

#### **2.4. Futuros escenarios hipotéticos del consumo de carne a nivel mundial**

Las previsiones para el futuro del consumo de carne a nivel mundial indican varios posibles escenarios, aunque es importante tener en cuenta que pueden estar sujetas a cambios debido a diversos factores, como cambios en las preferencias alimentarias, avances tecnológicos y preocupaciones medioambientales. A continuación, se presentan algunas previsiones comunes:

1. Aumento continuo del consumo de carne: A medida que la población mundial crece y se eleva el nivel de vida en países en desarrollo, se espera que la demanda de carne siga en aumento. Esto se debe a que la carne es considerada una fuente importante de proteínas y nutrientes en muchas culturas.
2. Cambios en los patrones de consumo: Se espera que haya cambios en los patrones de consumo de carne, con una mayor demanda de carnes magras y productos cárnicos más saludables. Los consumidores podrían optar por carnes orgánicas, criadas de forma sostenible y sin antibióticos, o buscar alternativas a base de plantas.
3. Crecimiento de las alternativas a base de plantas: Se espera que las alternativas a base de plantas, como las hamburguesas vegetales y los sustitutos de carne, experimenten un crecimiento significativo. Esto se debe a la preocupación por el bienestar animal, la sostenibilidad ambiental y la salud personal. Estos productos están mejorando en términos de sabor y textura, lo que podría atraer a un número cada vez mayor de consumidores.
4. Desarrollo de carne cultivada en laboratorio: La carne cultivada en laboratorio, también conocida como carne celular o carne de laboratorio, es una tecnología emergente que utiliza células animales para producir carne sin necesidad de criar y sacrificar animales. Se espera que esta tecnología avance en los próximos años y se convierta en una opción viable a gran escala, lo que podría cambiar significativamente el panorama del consumo de carne.

En resumen, si bien el consumo de carne seguirá siendo relevante en el futuro, es probable que veamos cambios en los patrones de consumo, con un enfoque creciente en opciones más saludables, sostenibles y basadas en plantas. Además, el desarrollo de tecnologías como la carne cultivada en laboratorio podría tener un impacto significativo en el consumo de carne convencional.

### **3. ALTERNATIVAS PARA EL CONSUMO DE PROTEINAS**

#### **3.1 Las algas, una alternativa con alto contenido en proteínas**

La biomasa acuática se investiga como una opción sustitutiva de la carne debido a su abundancia y alto contenido proteico. Incluye macroalgas, microalgas y también plantas acuáticas como puede ser la lenteja de agua. Las algas y las microalgas se distinguen en que las primeras mencionadas son organismos multicelulares complicados que se encuentran principalmente en ambientes marinos, en cambio las segundas son unos organismos unicelulares que pueden desarrollarse en una variedad más amplia de condiciones ambientales. Las algas forman y han formado parte de la dieta del ser humano durante varios siglos, sobre todo la cultura oriental, y China es uno de los principales productores y consumidores. Tienen un alto valor nutricional, ya que contienen proteínas, minerales, carbohidratos, ácidos grasos poliinsaturados y vitaminas, además de otros componentes. Se ha demostrado que las algas tienen diversos efectos con efecto positivo, como antiinflamatorios y prebióticos, por lo que se comercializan con frecuencia como suplementos dietéticos y alimentos funcionales. Desde la década de 1970, las algas han sido utilizadas como un suplemento en la alimentación animal debido a su impacto positivo en la calidad de la carne y aquellos productos cárnicos derivados. En Europa, las algas también se han utilizado como aditivos debido a sus propiedades de estabilización y gelificación, mejorando las características y componentes de dichos productos cárnicos. Sin embargo, uno de los desafíos principales del uso de algas como alternativa a la carne es su contenido de fibra dietética, que no puede ser digerida por los humanos y algunos animales, lo que puede tener efectos adversos. Por lo tanto, se está investigando en técnicas novedosas para conseguir extraer los compuestos bioactivos que contienen las algas, los cuales son altamente sensibles a los solventes y al calor. Los métodos de extracción más recientes, como puede ser la extracción asistida por enzimas o también la

extracción con fluidos supercríticos, son más respetuosos con el medio ambiente, pero por otro lado tienen un coste superior. Otro desafío al agregar algas es que pueden afectar las características organolépticas, es decir alterar el olor o el color, por ejemplo, del producto final. A pesar de estos desafíos, las algas representan una gran alternativa a la proteína de carne animal debido a su valor nutricional y su amplia disponibilidad. Sin embargo, se requiere investigación e inversión en procesos de extracción más eficientes de compuestos bioactivos para facilitar y optimizar la incorporación en alimentos y no limitar su uso únicamente a ser como un suplemento dietético.

### **3.2 Proteína de insectos, un recurso en desarrollo avanzado**

Otra de las alternativas, para conseguir proteína, que más se está desarrollando es el consumo de insectos, denominado la entomofagia. Culturalmente, se asigna esta práctica a los países orientales y asiáticos, sin embargo, se está desarrollando cada vez más en el mundo occidental. La gran ventaja del consumo de insectos, comparado al consumo de carne tradicional, es el alto valor nutricional de los insectos que ofrecen una aportación proteínica de calidad al humano. Sin embargo, es cierto que la composición nutricional puede variar en función de cada insecto, su dieta, su sexo o la etapa de vida. Los insectos no contienen únicamente proteínas, sino que también ofrecen vitaminas, grasas y minerales como el calcio, potasio o el hierro.

La razón más importante por la que se está dando importancia a esta alternativa como alimento es la mayor sostenibilidad que presenta si lo comparamos con la ganadería tradicional, pues se utiliza menos agua y tierra lo que genera una menor huella ecológica y por lo tanto un impacto medioambiental inferior. Los costos de producción de proteína de insectos varían dependiendo de la especie de insecto utilizada, así como del método de producción. En general, la producción de proteína de insectos es menos intensiva en recursos que la producción de carne de origen animal. Por ejemplo, se estima que la producción de proteína de grillo requiere aproximadamente el 2% del agua y el 12% de los alimentos necesarios para producir la misma cantidad de proteína que la carne de res (Portillo Rivera, 2017). Además, los insectos tienen un ciclo de vida más corto que los animales de granja, lo que significa que pueden producir proteína en un plazo de semanas en lugar de meses o años. Actualmente, las investigaciones están tratando de encontrar nuevas tecnologías de procesamiento que permitan garantizar que los insectos como alimentos conserven el valor nutricional que tienen, ya que es su principal calidad, pero

que consigan ser más atractivos para los consumidores. Una gran ventaja es que los insectos se pueden cultivar en unos contenedores modulables y pequeños, de manera. Además, esos contenedores pueden ordenarse en sistemas verticales, por lo tanto, son los únicos animales que pueden ser criados en granjas verticales a gran escala.

La gran variedad de especies de insectos que existen en el mundo es una ventaja importante para su producción. Los insectos se reproducen a gran velocidad, presentando elevadas tasas de crecimiento y conversión; son extremadamente eficientes ya que su ratio de conversión de alimento a masa es altamente superior al de los bovinos; según la FAO para conseguir 1kg de insecto, se necesita únicamente 2kg de alimentos, en cambio los bovinos consumen 8kg de alimentos para poder aumentar 1kg de masa corporal. El cultivo de insectos presenta otra ventaja importante que es el bajo impacto que tiene sobre el medioambiente durante el ciclo de vida de los insectos. Si comparamos el cultivo de insectos a otros sistemas productivos, las huellas de carbono e hídrica son más bajas, necesitan un menor espacio para la producción, por lo que es necesario menos espacio terrestre y se reduce el uso de tierras, emiten menos gases de efecto invernadero, y, por último, su alimentación tiene un coste bajo ya que pueden consumir distintos residuos, como heces, materia orgánica o incluso subproductos de la industria alimentaria (Portillo Rivera, 2017). Todas estas características hacen de ellos un claro ejemplo de sistema de economía circular pues consumen desechos que transforman en alimentos.

La producción de insectos se considera una alternativa viable para el futuro, ya que pueden ser una fuente de alimento para humanos y animales. Aunque existen muchos beneficios ambientales, nutricionales y sociales en el uso de insectos como alimento humano, la mayoría de la población en países occidentales rechaza la idea debido a razones culturales y la percepción de que son desagradables y perjudiciales para la salud. Además, la capacidad de producir insectos a gran escala para satisfacer la demanda y los aspectos legales son cuestiones que se plantean. A pesar de todo, se ha demostrado que las preferencias alimentarias pueden cambiar con el tiempo y que la promoción del consumo de insectos puede aumentar con una mayor exposición a estos y una mejor información sobre sus beneficios ecológicos y nutricionales.<sup>4</sup>

### **Desventajas alternativa insectos**

---

<sup>4</sup> Avendaño, Constanza, Sánchez, Manuel, & Valenzuela, Carolina. (2020). Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. *Revista chilena de nutrición*, 47(6), 1029-1037. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000601029>

En cuanto a los aminoácidos que se encuentran en la proteína animal, se sabe que la proteína de insectos contiene menos metionina y lisina que la proteína de origen animal. Como bien explican Ramos-Elorduy y Viejo Montesinos en su ensayo de 2007 sobre la entomofagia:

*“En los aminogramas de algunas especies de insectos comestibles cabe destacar que las cantidades que estas especies presentan para cada aminoácido esencial se encuentran dentro de las cifras marcadas por este patrón o incluso las sobrepasan en la mayoría de los aminoácidos. Las excepciones son: el triptófano en general, en donde en el caso de los preescolares algunas especies no alcanzan el valor señalado para él, en otras especies menos numerosas es la metionina ligeramente deficiente y en otras más, que son muy pocas, la lisina y la histidina para preescolares es la que falta.”*

Estos aminoácidos son esenciales para la síntesis de proteínas y no pueden ser producidos por el cuerpo humano, por lo que deben obtenerse a través de la dieta. Sin embargo, es importante destacar que la cantidad de aminoácidos esenciales en la proteína de insectos puede variar según la especie y la forma en que se crían y procesan los insectos (Ayala Vargas, 2018). La metionina es un aminoácido esencial que es importante para la síntesis de proteínas y la producción de cisteína, taurina, glutatión y otros compuestos importantes. Este aminoácido se encuentra en alimentos ricos en proteínas como la carne, los huevos, los productos lácteos, los cereales integrales y las nueces. Además, la metionina es importante para la salud del hígado y el sistema cardiovascular, y también puede ayudar a prevenir la acumulación de grasa en el hígado. La lisina es otro aminoácido esencial que es importante para la síntesis de proteínas y la producción de carnitina, colágeno y otros compuestos importantes. La lisina se encuentra en alimentos ricos en proteínas como la carne, el pescado, los productos lácteos y las legumbres. Es importante para el crecimiento y la reparación de los tejidos del cuerpo, así como para la absorción de calcio y la formación de colágeno en la piel y los huesos. Es importante destacar que el cuerpo humano no puede producir metionina y lisina por sí mismo, por lo que deben obtenerse a través de la dieta (Ayala Vargas, 2018). Una dieta equilibrada que contenga suficientes proteínas de alta calidad puede proporcionar cantidades adecuadas de estos aminoácidos esenciales.

Es importante señalar que la producción de proteína de insectos puede ser más costosa que la producción de proteína animal en algunos casos. Esto se debe en parte al hecho de que la producción de proteína de insectos aún se encuentra en una etapa de desarrollo



temprano y requiere una inversión significativa en investigación y desarrollo. Además, el costo de producción de la proteína de insectos puede ser más alto cuando se utilizan métodos de producción intensivos, como la producción de larvas de mosca negra en grandes cantidades. Este proceso puede requerir tecnología avanzada y una inversión significativa en infraestructura y equipos especializados, lo que puede aumentar significativamente los costos de producción.

En segundo lugar, la neofobia, o rechazo hacia el consumo de insectos, es uno de los desafíos principales asociados a esta alternativa. Muchos consumidores experimentan temor y aversión hacia los insectos como alimento, lo cual dificulta su aceptación. La aceptabilidad cultural y gustativa de la proteína de insectos puede ser un desafío para algunos consumidores. Mientras que en algunas culturas la ingesta de insectos es común, en otras puede ser vista como repugnante o poco apetecible. Aunque algunos estudios han demostrado que los consumidores están dispuestos a probar la proteína de insectos, la aceptación a largo plazo puede ser un problema.

La seguridad alimentaria es otro factor que genera preocupación en relación a este producto, especialmente debido a la alta proporción de proteínas que presentan los insectos. Se han registrado casos de alergias relacionadas con el consumo de insectos, lo cual contribuye al rechazo hacia este alimento. Se ha comprobado que los insectos también contienen compuestos antinutritivos, como oxalacetato o el hidrocianuro, entre otros. Estos compuestos pueden llegar a provocar reacciones adversas en los seres humanos, aunque se han encontrado en concentraciones inferiores a los niveles considerados tóxicos. Existe una preocupación adicional sobre el potencial de los insectos para transportar microorganismos patógenos.<sup>5</sup>

Se ha observado que ciertos tratamientos, como tratamientos térmicos o altas presiones hidrostáticas, pueden reducir o incluso hacer desaparecer la presencia de bacterias. Sin embargo, es necesario realizar estudios más exhaustivos para comprender en detalle este aspecto. Es importante resaltar los riesgos químicos asociados al consumo de insectos. Estos riesgos pueden derivar de la contaminación agrícola, similar a lo que ocurre con otros alimentos primarios, o pueden estar relacionados con los compuestos producidos

---

<sup>5</sup> Viejo Montesino, J. L. (2007). *Los insectos como alimento humano: breve ensayo sobre la entomofagia*. <https://studylib.es/doc/6802651/los-insectos-como-alimento-humano--breve-ensayo-sobre-la>

por el propio metabolismo de los insectos, como por ejemplo la testosterona. Se ha observado que factores como una falta de higiene adecuada y condiciones inapropiadas durante el secado, la recolección, almacenamiento, transporte y distribución pueden aumentar el riesgo de contaminación microbiana. Existe cierta incertidumbre en cuanto a otros potenciales riesgos que puedan venir de la ingesta de insectos debido a la falta de historial y experiencia en este campo.

La legislación alimentaria representa otro desafío para el consumo de esta alternativa. En Europa, se permite la comercialización de harina de insecto, pero no de proteínas aisladas. Esta restricción crea una barrera para su comercialización y uso más amplio. Sin embargo, el uso de insectos en la producción de piensos está ganando popularidad en el sector agrícola, ya que los agricultores muestran una actitud positiva, como por ejemplo para la alimentación de aves de corral o peces.

Otra desventaja es que la proteína de insectos puede contener alérgenos para algunas personas. Los alérgenos son proteínas que pueden causar una reacción alérgica en algunas personas y los insectos pueden ser una fuente de alérgenos desconocidos. Además, algunos insectos pueden acumular metales pesados y otros contaminantes en su cuerpo, lo que podría ser perjudicial para la salud humana (Duran-Galdo y Saavedra García, 2021). El tipo de alérgeno presente en la proteína de insectos dependerá del tipo de insecto utilizado en la producción. Algunos de los alérgenos más comunes encontrados en los insectos son tropomiosina, arginina quinasa, hemocianina, entre otros (Duran-Galdo y Saavedra García, 2021). Estos alérgenos pueden desencadenar una reacción alérgica que puede ser leve, como una erupción cutánea, o grave, como un shock anafiláctico. Es importante tener en cuenta que la exposición a alérgenos de insectos es común en ciertas partes del mundo donde los insectos son un alimento común. Sin embargo, en aquellos lugares donde el consumo de insectos no es común, es posible que las personas sean más propensas a tener una reacción alérgica debido a la falta de exposición previa a estos alérgenos.

En resumen, aunque la producción de proteína de insectos puede ser más sostenible y eficiente que la producción de carne de origen animal, todavía hay preocupaciones sobre la calidad nutricional y la aceptabilidad de los alimentos a base de insectos. Se necesitan más investigaciones para comprender completamente los costos y beneficios de la proteína de insectos en comparación con la carne de origen animal.

### 3.3 Dietas plant-based

Las alternativas plant-based son productos alimentarios que reemplazan la aportación proteica que puede tener la carne, a través del uso de ingredientes vegetales. Estos productos están ganando popularidad en todo el mundo debido a su menor impacto ambiental y ético, ya que no requieren la cría de animales para la producción de proteínas.

<sup>6</sup>En España, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación informa que la producción de productos vegetales para la alimentación humana se ha incrementado en un 5,5% en 2020, con un valor de producción total de más de 2.200 millones de euros.

Una de las principales alternativas a la carne es la dieta a base de plantas, donde la mayoría de las proteínas y calorías provienen de fuentes vegetales como semillas oleaginosas, cereales, frutas, legumbres y verduras. Las proteínas vegetales son más económicas que las proteínas animales, lo que reduce por ende los costos de producción y las convierte en una excelente alternativa para alternativas de fuente de proteínas. Sin embargo, es necesario que estas proteínas vegetales tengan propiedades funcionales y texturas similares a los productos animales (Gómez Moreno, 2022).

Las leguminosas son consideradas alimentos económicos y tradicionales, y representan el 27% de la producción mundial de cultivos. Son especialmente importantes en países en desarrollo, ya que constituyen la principal fuente de proteínas en la dieta y se les conoce como "la carne de los pobres" (Cubero Salmerón, 2017). Las leguminosas cultivadas más comunes son el garbanzo, la lenteja, la soja y el maní. Estos cultivos son eficientes debido a la capacidad que tienen de fijación simbiótica de nitrógeno, es decir transformar el nitrógeno que hay en la atmósfera en compuestos reactivos que favorecen la fotosíntesis.

Las legumbres tienen una alta calidad nutricional, pues son ricas en minerales, grasas, proteínas y vitaminas como la tiamina, la vitamina K, la vitamina E, entre otras. Sin embargo, existen dos problemas principales relacionados con esta alternativa. En primer lugar, a menudo se descuida el cultivo de leguminosas debido a su baja rentabilidad si se compara con otros productos como pueden ser los cereales. En segundo lugar, la biodisponibilidad de los nutrientes, es decir la capacidad de absorción, puede verse

---

<sup>6</sup> Gómez Moreno, N. (2020). Nuevos ingredientes alimentarios para el desarrollo e innovación de alimentos dentro de una producción sostenible. *RediUMH*.

afectada por el procesamiento doméstico o bien los métodos de cocción. Por ejemplo, el contenido en vitaminas se puede ver reducido si se cocinan las lentejas.

La leguminosa con mayores niveles de producción es la soja. Es la más consumida a nivel mundial debido a su valor nutricional y rendimiento. Su popularidad se debe también a sus diversos usos industriales, ya que está compuesta por un 38% de proteína y un 18% de aceite, entre otros. El aceite de soja se consume mayormente como aceite comestible, mientras que la fracción proteica se utiliza principalmente para la alimentación del ganado. En menor medida, la soja también se consume directamente en las culturas orientales, por ejemplo, el edamame, y también se usa como un componente nutricional en forma de tofu y en bebidas vegetales. Sin embargo, la soja también presenta ciertas desventajas; el fuerte sabor amargo parecido al de la hierba y la necesidad de adaptar su producción a enfermedades, factores ambientales, y plagas.

El consumo de cereales es otro cultivo importante en la alternativa basada en plantas. A lo largo de la historia, los cereales han sido considerados la fuente primaria de alimentos y actualmente son una de las fuentes de proteínas más importantes a nivel mundial. El cultivo de cereales depende de factores como la economía, la cultura o el medio ambiente. Por ejemplo, el maíz y el arroz se cultivan en áreas donde el agua no es limitante y por lo tanto requieren un clima cálido. Por otro lado, la cebada y el trigo se pueden cultivar en distintas condiciones climatológicas y ambientales pues aguantan con mayor facilidad a grandes cambios de temperaturas. En aquellas regiones con problemas de sequía se puede cultivar el mijo y el sorgo, ya que son mucho más tolerantes a la sequía. Además, en la actualidad los cereales son considerados alimentos funcionales debido a que proporcionan minerales, energías, proteínas, vitaminas, fibra dietética y antioxidantes que tienen un impacto positivo para nuestra salud. Tras varios estudios científicos, se ha ido demostrando progresivamente el efecto positivo que pueden tener los cereales integrales, para la protección frente a tipos de diabetes y algún cáncer, enfermedades cardiovasculares, debido a la proporción de micronutrientes (zinc, folatos, Vitamina E) y fibras.

Sin embargo, la alternativa de producción de los cereales provoca ciertos desafíos tecnológicos ya que son fácilmente propensos a la ranciedad y a la oxidación, su vida útil es relativamente corta, pueden tener una textura gruesa y en algunas ocasiones incluso un sabor amargo. El mayor problema que tiene que ver con el consumo de proteína de cereales, especialmente el consumo de productos que contengan trigo, la espelta o la cebada, es que aumenta la intolerancia al gluten, es decir la enfermedad que tienen los

celiacos. Además, existe otro gran problema es el almacenamiento de los cereales que pueden infectarse por hongos, que puede producir micotoxinas. Esta contaminación genera un importante impacto económico y social ya que pueden llegar a producir enfermedades crónicas y agudas. Esto supuso que la UE implementase restricciones, en colaboración con la EFSA, los niveles máximos para las micotoxinas de los cereales. Es importante mencionar la utilización de semillas oleaginosas en la producción de aceites con un contenido elevado de proteínas de almacenamiento. Especialmente destacan aquellas semillas cuyo almacenamiento se da en forma de aceite, como la colza, el cacahuete, el girasol, el algodón y la soja. Adicionalmente, estas semillas despiertan un considerable interés tanto en el ámbito tecnológico como nutricional, debido a su alto contenido proteico en comparación con otras semillas oleaginosas. Además, tienen la ventaja de poder ser cultivadas en climas moderados, como ocurre en el Norte de Europa. Sin embargo, se requiere investigar los métodos de refinamiento de estas semillas para poder disminuir su contenido de carbohidratos. Es importante destacar que el proceso de fraccionamiento en húmedo, utilizado actualmente, consume una considerable cantidad de energía y solventes, lo cual no es compatible con la sostenibilidad de la producción basada en plantas.

### **Desventajas de plant-based**

En primer lugar, la proteína de la carne es una fuente completa de proteínas, que contiene los nueve aminoácidos esenciales que nuestro cuerpo necesita para funcionar correctamente. Por otro lado, muchos de los productos plant-based pueden carecer de uno o más aminoácidos esenciales, lo que los hace incompletos. Sin embargo, esta deficiencia puede ser compensada al combinar diferentes fuentes de proteína vegetal, como legumbres y cereales.

En segundo lugar, la proteína de la carne es rica en hierro hemo, que se absorbe más eficientemente por el cuerpo que el hierro no hemo presente en los productos plant-based. El hierro hemo es importante para el transporte de oxígeno en el cuerpo y su deficiencia puede provocar anemia.

En tercer lugar, la proteína de la carne también es rica en vitaminas B12, que son esenciales para el funcionamiento adecuado del sistema nervioso y la formación de glóbulos rojos. La vitamina B12 se encuentra principalmente en alimentos de origen animal y su deficiencia puede causar anemia perniciosa y problemas neurológicos.

### 3.4 Clean meat o la carne in vitro

Por otro lado, la carne cultivada o clean meat, como se mencionó anteriormente, es producida en un laboratorio a partir de células animales. La carne cultivada ofrece una alternativa a la carne convencional y podría ser una solución sostenible para el creciente problema de la producción de carne. Según el Ministerio de Ciencia e Innovación de España, la producción de carne cultivada tiene un potencial importante para reducir el impacto ambiental y la huella de carbono de la industria cárnica, así como para mejorar la seguridad alimentaria.

En cuanto a los costes de producción, la carne cultivada todavía es una tecnología emergente y su producción es costosa. Sin embargo, los avances tecnológicos y las inversiones en investigación y desarrollo podrían reducir los costes a largo plazo. Según un estudio de la consultora AT Kearney, se espera que el precio de la carne cultivada se reduzca en un 50% en los próximos 10 años.

Los costos de producción de la clean meat son actualmente más altos que los de la carne convencional debido a los altos costos de investigación y desarrollo y la necesidad de producir proteínas de suero bovino para el crecimiento celular. Sin embargo, se espera que estos costos disminuyan en el futuro a medida que la tecnología se desarrolle y se adopte más ampliamente.

De acuerdo con un informe de la Universidad de Oxford publicado en 2011, los costos de producción de la carne cultivada podrían reducirse significativamente en el futuro a medida que la tecnología se desarrolle y se adopte más ampliamente. Se estima que los costos de producción podrían disminuir a \$ 5,5 - \$ 9 por kilogramo para el año 2030 y a \$ 1,5 - \$ 3 por kilogramo para el año 2050, lo que los haría más competitivos con los costos de producción de la carne convencional.

Uno de los principales inconvenientes de la clean meat es que su producción requiere una gran cantidad de recursos y energía para cultivar las células musculares. Además, la producción de clean meat podría requerir el uso de suero fetal bovino como fuente de nutrientes para las células musculares, lo que plantea preocupaciones éticas y ambientales.

Otro inconveniente es que la aceptación del consumidor de la clean meat aún es incierta, ya que muchos consumidores pueden tener problemas para aceptar la idea de carne producida en un laboratorio en lugar de carne de animales criados y sacrificados de forma

convencional. Además, la clean meat puede tener un sabor y textura diferente a la carne convencional, lo que puede afectar su aceptación por parte de los consumidores

La carne de cultivo, también denominada carne de laboratorio, carne limpia o carne in vitro es una innovadora tecnología alimentaria que implica la producción de carne partiendo de unas células animales en un medio de cultivo, sin la necesidad de criar o sacrificar ningún tipo de animales. En otras palabras, se trata de aplicar técnicas de ingeniería de tejidos para producir músculo destinado al consumo humano como alimento. Es una opción prometedora que podría abordar varios desafíos importantes relacionados con la producción de carne, como el bienestar animal o también el impacto ambiental, entre otros. El origen de esta alternativa se remonta a la necesidad de producir proteínas musculares cultivadas para viajes espaciales de astronautas y para aquellas personas que residen en las estaciones espaciales. El tejido muscular producido por la NASA a partir de la carpa dorada fue sometido a procesos de cocción, marinado y evaluación sensorial por un grupo de degustadores. Los resultados indicaron que era considerado aceptable como alimento. El hito más significativo logrado con esta tecnología fue la creación de la primera hamburguesa de carne de cultivo utilizando células madre de vaca. Esta hamburguesa fue desarrollada por un profesor de la Universidad de Maastricht, Mark Post, con el respaldo financiero de Sergey Brin, cofundador de Google. El proceso de producción de la hamburguesa tomó tres meses y fue presentada en una conferencia de prensa en el año 2013 en Londres. Las técnicas desarrolladas para la producción de carne de laboratorio ofrecen la posibilidad de obtener este alimento a partir de diversos tejidos, incluyendo el tejido muscular esquelético. Las células que se utilizan suelen ser células madre, es decir células especializadas de los tejidos o células derivadas de tejidos que tienen la capacidad de reproducirse. Esta metodología implica la ampliación de las células madre y, luego, su diferenciación en células musculares. El crecimiento se logra mediante la utilización de señales biológicas o químicas en los medios de cultivo, o incluso mediante una estimulación mecánica.

El objetivo principal que buscan las alternativas a la proteína de carne es lograr un valor nutricional similar en cuanto a su composición. Dado que esta tecnología implica la producción del mismo tejido que se encuentra en la carne animal, se espera que el valor nutricional sea equivalente.

La carne es un alimento altamente nutritivo debido a su contenido de aminoácidos y proteínas, así como a su aporte de minerales, vitaminas y micronutrientes. Por lo tanto, es fundamental que la carne de cultivo sea enriquecida con estos nutrientes y presente un

perfil nutricional similar. La carne roja contiene naturalmente aminoácidos clave como la creatina, que es el aminoácido que genera la energía para la contracción de los músculos, y la taurina, otro aminoácido esencial para la parte de procesos metabólicos. El hierro es un micronutriente esencial que desempeña un papel crucial en la producción de hemoglobina, responsable del transporte de oxígeno en el organismo. Es importante que la carne cultivada incorpore cantidades óptimas de hierro, ya que la carne tradicional es uno de los principales alimentos que contiene este mineral en abundancia.

Los nutrientes mencionados anteriormente son los principales nutrientes que deben estar presentes en la carne de laboratorio. La idea es que la carne in vitro se parezca lo más posible a la carne que consumimos tradicionalmente. Se debe asemejar tanto en aspecto como en aportación nutricional. Además, una ventaja que puede tener es que se puede añadir otros micronutrientes que necesitemos y retirar aquellos aspectos negativos que contenga la carne tradicional.

Sin embargo, es posible que haya deficiencias en ciertos componentes, por ejemplo, con las vitaminas (B12), ya que estas sustancias no son producidas por las células en sí, sino que se obtienen del entorno o medio ambiente. Se está investigando la forma de abordar esta deficiencia de algunos componentes esenciales que se obtienen del medio ambiente, con el objetivo de determinar cómo podrían ser añadidos a la carne de cultivo.

En términos de seguridad alimentaria, existe cierta ambigüedad ya que aún no se ha producido a escala de consumo masivo. Al ser un producto generado en un entorno de laboratorio bajo condiciones de esterilidad y asepsia, se toman precauciones adicionales para garantizar su seguridad. Sin embargo, debido a la necesidad de una amplia proliferación celular para expandir la cantidad de células, existe la posibilidad de que se desarrollen algunas células cancerosas que puedan ser extremadamente complicadas de detectar. A pesar de que los procesos estén controlados, hay expertos que discrepan y argumentan que pueden surgir alteraciones biológicas a raíz de las múltiples divisiones celulares que se realizan a lo largo del proceso productivo. Estas anomalías pueden manifestarse como células cancerosas o bien mutaciones genéticas, las cuales podrían modificar el tejido muscular que se está cultivando. Sin embargo, a día de hoy los posibles efectos que las anomalías podrían tener en los consumidores son desconocidos.

La aceptación de esta opción por parte de los consumidores está siendo ampliamente estudiada, ya que se considera una alternativa prometedora como sustituto de la carne, aunque aún no se encuentra disponible en el mercado. Diversas encuestas se han llevado a cabo para evaluar la aceptación de este tipo de producto, y los resultados indican que,



aunque muchos estarían dispuestos a probarlo, la mayoría no estaría dispuesta a reemplazar la carne convencional por esta alternativa. La aceptación de la carne de cultivo está influenciada por varios factores, como la familiaridad con el producto y su presentación en términos no técnicos. Además, informar sobre los beneficios medioambientales y para la salud también puede desempeñar un papel importante en la aceptación del producto. Sin embargo, hay numerosos factores que provocan el rechazo de los consumidores hacia esta posible alternativa. Por lo tanto, los consumidores consideran la carne de cultivo como un producto falso o artificial, lo que refuerza su percepción de que lo natural es beneficioso y los productos artificiales conllevan ciertos riesgos. Adicionalmente, los consumidores expresan inquietud en términos de seguridad en relación a los productos elaborados en laboratorio, debido a su falta de conocimiento y a la percepción previa de lo "artificial". Sin embargo, también se presenta una perspectiva opuesta, aunque en menor medida, donde algunos sostienen que, dado que el producto aún no ha sido lanzado al mercado, solo podrá ser consumido cuando se haya demostrado su seguridad de manera concluyente.

La calidad sensorial de la carne de cultivo, que incluye la textura, el sabor y la apariencia, es otro factor que influye en la percepción del consumidor. Varios estudios han mostrado que los consumidores tienden a anticipar y pensar que la carne de cultivo será menos sabrosa en comparación con la carne convencional. El surgimiento de la carne de cultivo también ha generado numerosas discusiones y debates en el ámbito social. Algunas opiniones sostienen que esta alternativa podría tener un impacto significativo en los ganaderos y agricultores tradicionales. Sin embargo, a pesar de estas consideraciones, la carne de cultivo se presenta como una prometedora alternativa a la carne convencional y está siendo objeto de intensa investigación. Es importante destacar que la percepción de los consumidores puede variar a lo largo del tiempo, influida en gran medida por modas y tendencias, lo que podría influir en su aceptación y avance en el mercado.

El elevado costo de producción es uno de los principales desafíos que esta tecnología enfrenta, lo cual se refleja en un precio alto del producto terminado. Es crucial optimizar la producción de este producto si se busca que sea accesible para toda la población. Future Meat Technologies ha logrado reducir el costo de producción a \$7.50 por porción de un cuarto de libra (aproximadamente 113 gramos) de carne de pollo. Esto representa una

reducción de más de 1000 veces en comparación con los ensayos iniciales, lo que supone un avance significativo en la reducción de costes.<sup>7</sup>

Sin embargo, en cuanto a los cultivos celulares, aunque se supone que están controlados, hay expertos que discrepan y argumentan que pueden surgir desórdenes biológicos debido a las múltiples divisiones celulares que se llevan a cabo.

#### **4. INVESTIGACION Y DESARROLLO PARA MEJORAR LA INDUSTRIA DE LA PRODUCCION DE CARNE**

##### **4.1 Desarrollo demográfico contrastado**

Es importante analizar un factor importante que es la tasa de fecundidad a nivel mundial. Desde los años 70, el número de hijos por mujer, a nivel mundial, ha ido disminuyendo hasta llegar a 2,30 hijos por madre en 2020. La India, el país con mayor número de habitantes, tiene una tasa de fecundidad de 2,1. Si contrastamos a estas cifras, las tasas de fecundidad inferiores a 2 de los países Europeos o Estados Unidos, podemos analizar que las proyecciones de ser 10 mil millones de personas en 2050 son poco probables. Cuando un país llega a un cierto punto de desarrollo, emerge una nueva clase social que es la clase media. Esta clase media ya no tiene 5 o 6 hijos como antes ya que el coste de mantenimiento en ese nivel de vida es caro para los padres. Por lo tanto, la cantidad de personas a alimentar no va a aumentar de la forma que se dice en los medios de comunicación.

Según Bloomberg, en América Latina, la tasa de natalidad ha caído a 1.85 en 2023. Desde 2015 América Latina está por debajo de la tasa de reemplazo que se está en 2,1; es decir que, sobre 20 mujeres, 19 tienen 2 hijos y una tiene 3. Estando por debajo en Europa, en Estados Unidos, en América Latina, en China y con una tasa al límite en la India, parece ser que las proyecciones demográficas realizadas hace 10 años son falsas. Por lo tanto, la expansión demográfica no es un argumento viable para justificar la necesidad de reducir el consumo de carne.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Cartín-Rojas, A., & Ortiz, P. (2017). *Ventajas y desventajas del cultivo de carne in vitro: perspectivas desde la seguridad alimentaria*. Dialnet.

<sup>8</sup> *La tasa de fecundidad cae en Latinoamérica y el bono demográfico se agota también* (Abril 2023). Bloomberg Línea. <https://www.bloomberglinea.com/2023/04/10/la-tasa-de-fecundidad-cae-en-latinoamerica-y-el-bono-demografico-se-agota-tambien/>

## 4.2 Propuestas para la estrategia Carbono Neutral 2050

No se puede negar que la producción de carne tiene un impacto directo sobre el medioambiente y que es necesario remediarlo para reducir sus efectos a largo plazo. Por lo tanto, el foco principal de esta industria es principalmente reducir la huella de carbono que provocan las distintas etapas de la cadena de producción. Al ser una industria con una larga trayectoria y con gran peso en la economía mundial, tienen los recursos para investigar y encontrar soluciones a su impacto medioambiental.<sup>9</sup>

En vez de buscar reemplazar una industria de mas de 2 siglos de antigüedad, es mejor tratar de encontrar formas de innovar y hacer crecer este sector. Un concepto está teniendo cada vez más influencia, se llama la producción agroecológica. La agroecología se basa principalmente en unos conceptos ecológicos para gestionar y crear unos agroecosistemas que sean sostenibles (Altieri y Nicholls, 2012). Por lo tanto, se busca sustituir los insumos externos por elementos o procesos naturales. El objetivo es incrementar la cantidad de biomasa reciclada, con la intención de mejorar tanto la descomposición de la materia orgánica como el ciclo de nutrientes a lo largo del tiempo. El propósito es garantizar las condiciones de suelo más propicias para el desarrollo de las plantas, específicamente mediante el manejo de la materia orgánica y el fomento de la actividad biológica del suelo. El objetivo es reducir al mínimo las pérdidas de energía, agua, nutrientes y recursos genéticos, mediante la mejora de la conservación y regeneración de los suelos, los recursos hídricos y la diversidad biológica agrícola (Altieri y Nicholls, 2012).

En línea con lo mencionado anteriormente, en la última década se ha dado pie a mayor desarrollo e innovación para dar lugar a lo que se denomina fincas agroenergéticas. Donde se busca mezclar la producción de ganado y generar energía a la vez. La idea es reducir el impacto que puede tener la producción y al mismo tiempo aprovechar para crear energía renovable. Esto ocurre por ejemplo con los residuos orgánicos generados por el ganado, existen soluciones que permiten reducir su emisión de gases y además de reutilizarlos con otros fines. La solución son los biodigestores, que utiliza microorganismos bacterianos que van a transformar la materia orgánica (los excrementos del ganado), en un conjunto de gases denominado biogás. El biogás está principalmente

---

<sup>9</sup> PROVACUNO. (2021). *Estrategia Carbono Neutral 2050*. [https://doi.org/file:///C:/Users/hpeti/Downloads/CODIGO\\_DE\\_BUENAS\\_PRACTICAS\\_PROVA\\_CU979%20\(1\).pdf](https://doi.org/file:///C:/Users/hpeti/Downloads/CODIGO_DE_BUENAS_PRACTICAS_PROVA_CU979%20(1).pdf)

compuesto de metano y tiene por lo tanto una composición similar a la de un combustible. Por otro lado, también genera un líquido denominado lodo residual que puede ser utilizado como fertilizante (Martínez Hernández, 2008).

En España, Provacuno, que es la interprofesional en España de carne de vacuno, es consciente de la situación y del impacto que tiene la industria sobre el medio ambiente. Por lo tanto, han decidido implementar un proyecto y poner en marcha un plan de acción para llevar a cabo la estrategia denominada “Carbón Neutral 2050”. El objetivo principal es disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de todas las etapas de la cadena de producción de la carne, y compensar las emisiones de carbono que equivalen a los gases de efecto invernadero que se generan durante todo el proceso productivo mediante la captura del carbono.

Proporcionar a los animales una alimentación de calidad mediante forraje de alta calidad contribuye a mejorar la digestibilidad de los alimentos y obtener mayores rendimientos, lo que a su vez resulta en una reducción de las emisiones por unidad de producto. En la actualidad, el empleo de leguminosas forrajeras se ha convertido en una estrategia que posibilita la reducción de las emisiones en un 10%. Implementar un manejo adecuado del pasto y el pastoreo, junto con la introducción de especies forrajeras apropiadas y una formulación precisa de la dieta, considerando estos aspectos, puede resultar en una reducción de las emisiones por cada unidad de hasta el 30% en comparación con la alimentación basada en forraje una calidad inferior.

Dentro de esta alimentación, otra propuesta interesante es reemplazar progresivamente los suplementos proteicos que son importados, por productos locales. La soja es un tipo de proteína importada que aumenta la huella de carbono debido a su excesivo uso de fertilizantes y al transporte de la materia. Por lo tanto, el empleo de fuentes de alimentos proteicos locales o regionales, como el uso de leguminosas en grano, por ejemplo, el colza, o forrajes de leguminosas, contribuye a reducir la huella de carbono asociada a la producción de proteínas.

Acerca de la nutrición, el objetivo es ir afinando y tratar de elaborar, mediante las mejoras tecnológicas y el análisis de datos, una dieta específica y una alimentación de precisión. De esta forma, se optimiza el proceso de producción y se maximiza la productividad, minimizando las pérdidas de energía y reduciendo la emisión de metano de entre un 15 y un 20%, que proviene principalmente a una reducción de los excrementos por la alimentación óptima recibida por el ganado.

Además de investigar e innovar sobre la alimentación del ganado para reducir los efectos negativos de su producción, están investigando para trabajar sobre el funcionamiento del rumen del ganado. La idea es implementar unos aditivos en la dieta del ganado que reduzcan la emisión de metano que es generada durante la digestión de los animales. Mediante aceites vegetales o microalgas, se puede conseguir una reducción considerable, estimada hasta un 40%.

## **5. CONCLUSIONES**

### **5.1 Conclusiones en base a la investigación llevada a cabo**

Como hemos podido analizar, la carne es una fuente valiosa de proteínas, vitaminas y minerales necesarios para una dieta saludable. Contiene los aminoácidos esenciales para el crecimiento y mantenimiento de nuestro cuerpo, así como hierro, zinc y vitamina B12, que son importantes para funciones vitales. El consumo moderado de carne, especialmente carne roja, puede prevenir la deficiencia de hierro. Además, la carne puede mejorar la salud muscular y no tiene un impacto negativo en la salud cardiovascular cuando se consume de manera equilibrada. Por lo tanto, la carne contiene elementos necesarios para nuestro bienestar.

Sin embargo, la industria ganadera ocupa aproximadamente un tercio de la superficie terrestre y es responsable de una significativa cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente metano y óxido nitroso. Estos gases tienen un potencial de calentamiento global mucho mayor que el dióxido de carbono. Además, la gestión inadecuada de los desechos orgánicos sólidos, como los excrementos animales, contribuye a la emisión de gases y a la contaminación del agua subterránea. Otros problemas asociados con esta industria incluyen la deforestación, el sobrepastoreo, la erosión del suelo, la pérdida de biodiversidad, el uso excesivo de antibióticos y preocupaciones sobre la salud animal y la seguridad alimentaria.

Por lo tanto, dado las controversias que genera la industria ganadera, hemos visto la aparición de nuevos tipos de consumo y emergen alternativas para cumplir con los requisitos que necesitamos en nuestro cuerpo, que solía cubrir con la ingesta de carne. Las algas son una alternativa con un alto porcentaje de proteína pero que muestra ciertas desventajas como la complejidad de su fibra que supone una digestión complicado para el ser humano o para algunos animales. Por otro lado, tenemos los insectos, que es

probablemente la alternativa más avanzada pues existe desde hace mucho tiempo en oriente. Un problema principal podría ser la aceptabilidad del producto en aquellos países desarrollados donde no se haya consumido antes, además de ser potenciales transmisores de bacterias. Las dietas basadas en plantas o legumbres, es decir tratar de erradicar la carne de nuestra dieta es otra opción que se desarrolla cada vez más. Pero estas dietas pueden carecer de hierro o B12, dos componentes necesarios para el humano que se encuentran en la carne. La carne in vitro es otra gran alternativa que se base en la creación científica de una réplica de la carne. Por ahora, su coste es muy elevado debido a la energía necesitada para su producción.

Finalmente, la industria ganadera es consciente de su impacto sobre el medioambiente y está dispuesta a reducir su huella de carbono. Se está invirtiendo grandes cantidades en investigación y desarrollo para erradicar o reducir las emisiones de metanos y otros gases que son emitidos a lo largo de la cadena de producción. Esto consiste en mejorar la alimentación del ganado haciendo que esta sea más fácil de digerir. Por otro lado, también se busca entender en profundidad el funcionamiento del rumen para reducir el metano expulsado por el ganado. La aparición de granjas agroecológicas y agroenergéticas, con la aparición de biodigestores que permiten modificar la materia orgánica producida por el ganado y transformarlo en energía o en combustible.

Por último y para terminar, desde mi punto de vista, es necesario tener en cuenta las alternativas propuestas para aportar novedad y cierta elección a los consumidores. Sin embargo, pienso que la industria ganadera debe perdurar como lo ha hecho a lo largo de los últimos 2 siglos. Es necesario que se reinvente y que proponga nuevas ideas que permitan reducir su efecto sobre el medioambiente. Es cierto que este sector es uno de los grandes emisores de gases de efecto invernadero, pero se está poniendo en marcha un plan de acción para poder disminuir su impacto y mejorar la huella de carbono emitida. En mi opinión, las siguientes medidas ayudarían a paliar los defectos de este sector: (i) Mejorar la eficiencia en el uso de recursos: La ganadería puede trabajar para optimizar el uso de recursos como agua, alimentos y energía. Esto implica adoptar prácticas de gestión más eficientes, como la implementación de sistemas de riego eficientes, la utilización de piensos de alta calidad y la adopción de tecnologías energéticas más limpias en las instalaciones ganaderas; (ii) Promover una producción ganadera sostenible: Fomentar prácticas agrícolas sostenibles en la producción de alimentos para el ganado, como la rotación de cultivos, el uso de fertilizantes orgánicos y la gestión adecuada de los desechos agrícolas. Esto ayuda a reducir la dependencia de insumos externos y a

minimizar el impacto ambiental; (iii) Implementar técnicas de manejo del ganado más eficientes: La gestión adecuada del ganado puede ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto incluye la optimización de la alimentación del ganado para reducir la producción de metano entérico, la utilización de sistemas de pastoreo mejorados que promuevan una mayor captura de carbono y la gestión adecuada de los excrementos animales para minimizar la contaminación del suelo y el agua; y, en último lugar, (iv) Adoptar prácticas de transporte y logística sostenibles: La reducción de la huella de carbono en la cadena de suministro ganadera implica optimizar los sistemas de transporte y logística. Esto puede incluir la planificación de rutas eficientes, el uso de vehículos de bajas emisiones, la consolidación de cargas y la adopción de tecnologías de seguimiento y monitoreo para reducir las emisiones asociadas al transporte.

## BIBLIOGRAFIA

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2012). *AGROECOLOGÍA: ÚNICA ESPERANZA PARA LA SOBERANÍA ALIMENTARIA Y LA RESILENCIA SOCIOECOLÓGICA*. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182861/152301>
- Ayala Vargas, C. (2018). Importancia nutricional de la carne. *RIIARn vol.5 no.Especial La Paz*.
- Castaño Pérez, M. (2020). *Carnes cultivadas en laboratorio*.
- Cartín-Rojas, A., & Ortiz, P. (2017). Ventajas y desventajas del cultivo de carne in vitro: perspectivas desde la seguridad alimentaria. *Dialnet*.
- Cubero Salmerón, J. I. (2017). *La carne del pobre*. <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/17829/Páginas%20desdeBRAC-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Durán-Galdo, R. (2022). *Entomofagia, ¿Una potencial alternativa para la seguridad alimentaria?: Una revisión narrativa*. [https://renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC-D-21-0067\\_REVISION.pdf](https://renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC-D-21-0067_REVISION.pdf)
- Errecart, V. (2015, 2 de enero). *Análisis del mercado mundial de carnes* [https://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/economia\\_regional/cere%20-%20mayo%20-%202015.pdf](https://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/economia_regional/cere%20-%20mayo%20-%202015.pdf)
- Gutiérrez Cuesta. (2023). *Algas marinas, fuerte potencial de macronutrientes*. [https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/12438/RIM%2037\(2\)%20art%202.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/12438/RIM%2037(2)%20art%202.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI)*. (2022, 1 de marzo). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/Inventario-GEI.aspx>
- Jacobsen, R. (2018). ¿Terminaremos comiendo hamburguesas de «carne alternativa»? *Nueva Sociedad* N° 288.
- Las algas que comemos*. (2017b). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
- Manizales. (2020). *Cambios en la dieta bovina reduciría emisiones de metano*. <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/cambios-en-la-dieta-bovina-reduciria-emisiones-de-metano>.
- Martinez Hernandez. (2008). *Utilizacion de biodigestores para la reduccion de gases de efecto*



invernadero. [http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/10277/Tesis\\_Completa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/10277/Tesis_Completa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2022, 1 de abril). *Información del sector vacuno de carne*. <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/vacuno-de-carne/informacion-del-sector/>

Portillo Rivera, E. O. (2017). *Estimación piloto de los costos en la producción y proceso de harina de grillo (Acheta domesticus), como fuente de proteína para dieta humana*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d1db6147-d9ca-4b38-b87e-12ba235e8720/content>

PROVACUNO. (2021). *Estrategia Carbono Neutral 2050*. [https://doi.org/file:///C:/Users/hpeti/Downloads/CODIGO\\_DE\\_BUENAS\\_PRACTICAS\\_PROVACU979%20\(1\).pdf](https://doi.org/file:///C:/Users/hpeti/Downloads/CODIGO_DE_BUENAS_PRACTICAS_PROVACU979%20(1).pdf)

Rodenas, P. (2003). *Las algas en la dieta*. [https://doi.org/https://file:///C:/Users/hpeti/Downloads/Dialnet-LasAlgasEnLaDieta-4956325%20\(2\).pdf](https://doi.org/https://file:///C:/Users/hpeti/Downloads/Dialnet-LasAlgasEnLaDieta-4956325%20(2).pdf)

Schofield, P. R. (2016). *Peasants and Historians: Debating the Medieval English Peasantry*. Manchester University Press.

Sepulveda, M. (2012). *Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional*. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182012000400014&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182012000400014&script=sci_abstract)

Tapia Polanco. (2020). *Insectos: Recursos del pasado que podrían ser una solución nutricional para el futuro*. <https://diario.madrid.es/cieacasadecampo/wp-content/uploads/sites/61/2022/01/Insectos-del-pasado.pdf>

Viejo Montesino, J. L. (2007). *Los insectos como alimento humano: breve ensayo sobre la entomofagia*. <https://studylib.es/doc/6802651/los-insectos-como-alimento-humano--breve-ensayo-sobre-la>

Zapatero, M. P. (1997). *Abastecimiento y consumo de carne en la baja edad media : Madrid - Siglo XV*. <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/177>

Zaragozano. (2018). *Entomofagia: ¿una alternativa a nuestra dieta tradicional?* [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1887-85712018000100041](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1887-85712018000100041)