

CARNE SINTÉTICA

10

Interrogantes

En la era de la producción 4.0

- **D**iego Gauna, Director del Instituto de
Prospectiva y Políticas Públicas de INTA.

- **M**ariano Pérez Filgueira, Instituto de
Virología, CICVyA de INTA.

10 | CARNE SINTÉTICA

interrogantes

1

¿Qué es la carne sintética?

Se conoce como carne sintética o carne cultivada a aquella carne producida por medio del cultivo de células en un laboratorio, impulsada por los avances realizados en los últimos años en biología celular e ingeniería de tejidos. Para producir un kilo de carne de laboratorio deben producirse aproximadamente 50.000 millones de células fuera del animal (*ex vivo*), replicando *in vitro* la formación de fibras musculares, que luego se cosechan y procesan. Unas 20.000 de estas hebras musculares son las que componen una hamburguesa de tamaño regular. Los desarrollos actuales son experimentales y alcanzan la producción de tejidos musculares compuestos básicamente por un tipo celular.

También se conoce como carne sintética a la producción de un producto de la misma apariencia, sabor y textura que la carne tradicional pero mediante la utilización de plantas. Ya existen productos en restaurantes muy exclusivos con dichas características, pero no es el objetivo del presente documento. La start-up norteamericana [Impossible Foods](#) es una líder en la tecnología subyacente.

2

¿Cuáles fueron los avances científicos y tecnológicos esenciales que dieron origen a la producción de carne sintética?

Los principales aportes surgieron a partir del desarrollo de la biología celular en los últimos 60 años, muchos de ellos destinados a investigación en la biología del desarrollo y a la medicina regenerativa. Entre otros resaltan tres: (1) la identificación y aislamiento de células madre (*stem cells*) (2) el cultivo de células eucariotas fuera del organismo (*ex vivo*) y posteriormente (3), la ingeniería de tejidos.

En relación al primero, ha sido fundamental el hallazgo que además de las células madre presentes en los tejidos embrionarios (responsables del desarrollo del embrión), también existen células madre en tejidos de individuos adultos. Estas células madre son las responsables de la regeneración cuando el tejido se sufre algún tipo de trauma (herida, quemadura, etc.) que provoca la pérdida de las células que lo componen. Las *stem cells*, sin embargo, se hallan en muy escaso número en tejidos de individuos adultos, y a diferencia de las de origen embrionario, tienen una capacidad de replicación limitada. Más allá de estas limitantes, en cualquier individuo sano es posible identificar precursores de células del músculo esquelético (llamadas “células satélite”) así como también de otros tejidos (hueso, cartílago, grasa, tejido fibroso) con los cuales comparten un mismo origen embrionario (son todos tejidos mesenquimáticos).

Por su parte, el cultivo de células *in vitro* es una práctica de rutina para numerosas disciplinas actualmente, que ha avanzado desde el cultivo de células primarias (aisladas directamente del animal) hasta el desarrollo de líneas celulares “inmortales” biodiseñadas para cumplir con determinadas características o funciones. Respecto a la ingeniería de tejidos, es una disciplina aun en desarrollo, que ha evolucionado a partir del entendimiento de la interrelación entre los distintos tipos celulares presentes en los tejidos, así como de los requerimientos espaciales y funcionales de las células, y la comunicación entre ellas, aspectos todos esenciales para el crecimiento, desarrollo y funcionamiento de los tejidos y órganos.

3

¿Cuáles son los desafíos técnicos que enfrenta la carne sintética para ser producida a gran escala?

El desafío técnico más importante es el escalado. En pequeña escala es más simple reproducir los requerimientos nutricionales y metabólicos que lleven a la multiplicación y diferenciación de las “células satélite” precursoras a células de la fibra muscular, así como la arquitectura espacial requerida para la conformación de estas hebras. Entre otros ejemplos, puede mencionarse la limitación en la disponibilidad de oxígeno para las células musculares en cultivo. En un tejido natural, este proceso se da a través de los vasos sanguíneos que lo transportan en los eritrocitos, pero que en un cultivo (en placa o “2D” o en suspensión o “3D”) tiene que darse por contacto directo (o cercano) de las células con el medio de cultivo que contiene el oxígeno, lo cual entre otras cosas, limita el espesor del tejido en crecimiento.

Otro requerimiento relacionado con el escalado y el precio final del producto, es la disponibilidad de grandes cantidades de todos los componentes (aminoácidos, vitaminas, hormonas, etc.) necesarios para la producción *in vitro* de las células y que éstos sean obtenidos, por métodos extractivos, como productos sintéticos o recombinantes, pero sin necesidad de recurrir a componentes de origen animal (por ejemplo, suero fetal bovino, que es muy comúnmente utilizado a nivel laboratorio para otorgar viabilidad a los cultivos celulares *in vitro*).

También en relación al escalado, se pueden mencionar las dificultades relacionadas a las tecnologías de co-cultivo con otros tipos celulares (por ej. adipocitos) que le brindarían al producto una mayor similitud con la carne natural pero que a gran escala no son fáciles de llevar a cabo.

4

¿Cuáles son las principales tendencias que han motivado la inversión en tecnología para la producción de carne sintética?

La inversión en carne sintética ha sido motorizada por múltiples factores: el incremento esperado en la demanda de proteína animal, la huella ambiental de los sistemas ganaderos tradicionales, los límites impuestos por la frontera agropecuaria global y el mayor peso que le otorgan los consumidores a nuevos atributos, tales como el bienestar animal y la no matanza de animales.

El proceso de mudanza de riqueza hacia los países emergentes asiáticos en los últimos 30 años (por ejemplo, Europa representaba el 32 % del PBI Mundial en el año 1990 y Asia el 23 %, mientras que en la actualidad Europa representa menos del 21 % del PBI mundial y Asia más del 33 %) fue un factor determinante en el incremento de la demanda global de proteína animal y se espera que esta tendencia continúe. Según el informe del foro económico mundial (2018), se espera que la demanda de proteína animal se duplique para el año 2050, debido a la transición dietaria generada por el crecimiento de la clase mundial en los países emergentes y una mayor proporción de personas viviendo en zonas urbanas.

La ganadería es considerada una de las actividades con mayor impacto ambiental, en términos de emisiones de efecto invernadero. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la actividad ganadera a nivel mundial genera aproximadamente 7.1 gigatoneladas de dióxido de carbono al año, representando el 14,5% de las emisiones totales antropogénicas de gases de efecto invernadero. La producción de carne y leche de bovino aportan 64,8% de las emisiones de toda la cadena ganadera.

Asimismo, los niveles actuales de deforestación limitan la expansión de la frontera para satisfacer la demanda de proteína animal, requiriéndose una reconversión de los sistemas productivos ganaderos hacia mayores niveles de intensificación. Por último, las nuevas demandas de los consumidores por atributos relacionados al bienestar animal y a procesos productivos con reducido impacto ambiental están impulsando el surgimiento de dicha industria.

5

¿Cuáles son los beneficios que los promotores de la carne sintética le asignan a dicha producción y cuál es la posición de la comunidad científica internacional en relación a este tema?

Los promotores de los desarrollos tecnológicos en carne sintética argumentan que la carne sintética o “carne limpia”, como la llaman comúnmente, tiene múltiples beneficios para la sociedad.

En principio, todo lo relacionado con el bienestar animal, ya que excepto las biopsias que se realizan para extraer las células madre del tejido muscular, no se utilizan animales en su producción. Relacionado a esto, el hecho que en principio cualquier especie podría ser fuente de células para lograr derivados de distintos tipos de carne.

Por otro lado, la producción de carne cultivada implicaría una menor emisión de gases de efecto invernadero, así como de uso de agua, superficies cultivables y energía. Algunos de estos ítems sin embargo son cuestionados por la comunidad científica y se está lejos de un consenso, en particular el uso de energía y el impacto medioambiental.

También se resalta el hecho que este tipo de producción descarta la posibilidad de transmisión de enfermedades zoonóticas, incluyendo aquellas transmitidas por la comida, así como la presencia de otros residuos contaminantes tales como antibióticos, anti-parasitarios y otros biológicos que resulten dañinos para la salud del consumidor. En términos teóricos además, sería posible modificar las células que se producen *in vitro* para “funcionalizarlas” haciendo que además produzcan compuestos beneficiosos para la salud humana (HDL o lipoproteínas de alta densidad, por ejemplo). En resumen, estos productos permitirían un mejor y más sencillo control de las condiciones sanitarias de la producción, a la vez de poder diseñar sus propiedades para fines específicos.

6

¿Cuáles son los principales actores que están compitiendo en el mercado de la carne sintética?

En la actualidad son pocas compañías que están disputando el liderazgo tecnológico para la producción de carne de laboratorio. Se destacan Mosa Meats (un spin-off de los de la Universidad de Maastricht), Memphis Meats (una start-up localizada en San Francisco) y tres empresas relacionadas al sistema de innovación de Israel: SuperMeat, Future Meat Technologies y Meat the Future.

[MosaMeat](#) es un spin-off del laboratorio de carne cultivada liderada por Mark Post, el creador de la primera hamburguesa sintética de carne bovina. La misma fue cultivada en el laboratorio de la Universidad de Maastricht y costó más de 300.000 dólares producirla. La empresa se encuentra en la fase de lanzar su primera versión al mercado y de explorar nuevas líneas de investigación. Según Peter Verstrate, CEO de MosaMeat y que participó en forma presencial del evento organizado en INTA, se espera que una versión comercial pueda estar en el mercado en el año 2020. Sin embargo, la producción a escala industrial es aún incierta y podría estar disponible después del año 2030.

[Memphis Meats](#) es una start-up estadounidense que ha producido en forma experimental carne procesada bovina, patitas de pollo y pavo de laboratorio. Memphis Meats ganó notoriedad debido a que en Agosto de 2017 obtuvo inyección de capital de Cargill Inc. y de multimillonarios tales como Bill Gates y Richard Branson.

[SuperMeat](#), [Future Meat Technologies](#) y [Meat the Future](#) son start-ups surgidas en el seno del sistema de innovación de Israel y tienen como proyectos experimentales investigación en diferentes variedades de carne de laboratorio. Las tres compañías firmaron un acuerdo con China, que actualmente importa 10 mil millones de dólares de carne, para producir carne de laboratorio por un valor de 300 millones de dólares.

Es importante remarcar que las compañías que están actualmente compitiendo están focalizadas en el negocio de vender la tecnología, más que en la producción y comercialización de gran escala. Los desafíos técnicos y regulatorios que tiene este tipo de producciones en el mediano plazo van a condicionar o impulsar la aparición de nuevos jugadores en el mercado global.

7

¿Cómo ha ido evolucionando el costo de producción de la carne sintética y cuándo se espera que la misma esté en condiciones de llegar al mercado?

Si bien no hay datos reales sobre costos de producción por la estructura actual del mercado, las principales compañías argumentan que hay una caída exponencial en los mismos. El costo de la primera hamburguesa sintética estuvo alrededor de los 330.000 dólares y hoy se estima que se encuentra en 10 dólares por unidad a escala laboratorio. Por esta razón el escalado es esencial para hacer pronósticos sobre el futuro de la industria. Si los costos siguen esta dinámica exponencial y pueden llegar a valores competitivos respecto a la carne producida en forma tradicional, es de esperar que los efectos sean muy significativos y puedan alterar la industria de carne tal cual la conocemos. No obstante ello, se espera que eso ocurriría en el mediano y largo plazo, más allá del 2030, siendo la carne sintética en la transición un producto de nicho.

8

¿Cuáles son los desafíos regulatorios que supone la introducción de la carne sintética en el mercado?

Según la Academia Nacional de Ciencias de EE.UU en su informe “[Preparing for future products of biotechnology](#)”, la carne de laboratorio representa un segmento en el cual, si bien no existen muchas tecnologías similares, existen estándares bien establecidos para realizar una evaluación de los riesgos.

No obstante ello, existen posiciones que manifiestan que la carne sintética no debería llamarse propiamente “carne”. Más allá de la cuestión semántica, esta disputa tiene efectos sobre la potencial aceptación por parte de los consumidores. Por ejemplo, la Asociación de Ganaderos de EE.UU presentó recientemente (febrero de 2018) una petición al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) para que la “carne bovina” sea definida como aquella que provenga del ganado tradicional. Asimismo sugieren que el concepto general de “carne” no incluya a producción derivada de procesos sintéticos, lo cual incluye a la producción animal generada en el laboratorio.

La intensidad de las controversias seguramente se acelerará a medida que la carne sintética se encuentre más cerca de ser ingresada a una escala razonable en el mercado y el contexto regulatorio no será ajeno a la comunidad científico-tecnológica y a los grupos de interés dominantes.

9

¿Qué nos dicen las encuestas de percepción de los consumidores sobre la posibilidad de consumir carne sintética?

La probabilidad de que la carne sintética tenga éxito en el mercado va a depender crucialmente de la aceptación por parte de los consumidores de este tipo de productos. Hay varios estudios que se han realizado sobre la percepción de los consumidores de la carne de laboratorio, fundamentalmente en Europa y EE.UU, los cuales han sido sistematizados por Bryan y Barnett (2018), disponible [aquí](#)

Las principales conclusiones de dicho trabajo son:

- La probabilidad de aceptación es mayor entre los hombres, los más jóvenes y aquellos con mayores niveles de educación y familiaridad con las nuevas tecnologías.
- Se observan diferencias significativas en la aceptación en diferentes culturas.
- Las objeciones realizadas a su potencial consumo se concentran en relación a su gusto y apariencia, el hecho de que no sea un producto natural, en qué medida el producto es inocuo para la salud y consideraciones éticas.

- Los estudios muestran diferencias muy significativas, por lo cual hay un camino largo para recorrer aun para entender la motivación de los consumidores.

En relación a América Latina, según una reciente encuesta de la alianza Intal-Latinobarómetro realizada a 20.000 habitantes de 18 países de América Latina, la carne artificial es un invento positivo sólo para el 8% de los ciudadanos de la región. Asimismo, sólo un 17 % de los millenials de Argentina estarían dispuestos a consumir este producto.

10

¿Cuáles son las principales amenazas y oportunidades para Argentina de los avances en Agricultura Celular?

Las implicancias de la emergencia de la carne sintética sobre el mercado internacional de carnes en general y sobre el sector ganadero en Argentina en particular pueden ser de suma relevancia. Argentina es el sexto productor mundial de carne bovina, detrás de EE.UU, Brasil, la Unión Europea, China e India. El 80% de esta producción en Argentina está destinada al consumo interno -la parte que se exporta representa un 3% del total de alimentos destinados al mercado externo-. Además, el 40% de la producción nacional de granos se utiliza para alimentar los animales de cría.

La principal amenaza para Argentina es la posibilidad de que el escalado de la tecnología y su inserción en el mercado ocurra más rápido de lo previsto, a costos competitivos. En este caso, es probable que el factor tierra tiende a perder relevancia como factor de la producción y se reduzca el flujo de inversiones hacia el sector agropecuario argentino, comprometiendo los procesos de desarrollo territorial. Naturalmente, este no es un juego estático. En la medida que el productor perciba que su actividad principal está en riesgo, probablemente se acelerarán los esfuerzos en la ganadería tradicional para hacerla más competitiva y amigable con el ambiente. Esto ya está ocurriendo impulsado por la agenda del cambio climático y es probable que esta nueva tecnología acelere dicho proceso. En este sentido, la carne sintética como un nuevo factor de riesgo puede abrir una ventana de oportunidad para repensar la ganadería tradicional y hacerla más competitiva a nivel global.

Cabe remarcar que si bien es altamente probable que el consumidor argentino tenga un alto rechazo a la carne producida con dichas tecnologías, los efectos pueden ser indirectos, en la medida que el escalado impacte en el precio de la carne a nivel global. Por otro lado, debe notarse que los productos derivados de la carne cultivada serán siempre destinados a alimentos a base de carne picada (hamburguesas, albóndigas, etc.) que representan un nicho de consumo diferente al de los cortes enteros obtenidos del animal. No obstante, actualmente las hamburguesas son la forma de consumo más común de la carne a nivel mundial, de la mano de la expansión de las cadenas de comida rápida.

Más allá del caso puntual de la carne sintética, la Agricultura Celular es un campo científico relativamente nuevo, cuyo potencial de aplicaciones es aún desconocido y cuyos principales científicos están concentrados en EE.UU, Europa e Israel. Para un país

agroalimentario como Argentina, al menos este nuevo contexto debería llevarnos a pensar cuáles son las mejores estrategias para mitigar el riesgo de la aparición de un nuevo “cisne negro” (evento con muy baja probabilidad de ocurrencia, pero alto impacto) y que nuevas oportunidades se podrían abrir en un contexto donde, simultáneamente a la aparición de nuevas tecnologías, lo “natural” como atributo se valoriza.