



23º SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA

14ª BRASIL SUL
POULTRY FAIR

4 a 6
de abril

CENTRO
DE EVENTOS
DE CHAPECÓ



INOVAÇÃO NO SETOR DE CARNES: CARNE CULTIVADA É O FUTURO?

Ana Paula Almeida Bastos

Embrapa Suínos e Aves

Em função do crescimento da população mundial, dos desequilíbrios demográficos e econômico-sociais, especialmente em países em desenvolvimento, somados ao aumento da longevidade na maioria dos países, a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) tem alertado sobre a necessidade de aumento da produção global de alimentos em cerca de 70% a fim de suprir a população mundial crescente, estimada em 10 bilhões de pessoas em 2050. Associado à falta de alimentos, agrega-se o desequilíbrio ou a má qualidade dos mesmos e a necessidade de alimentos seguros e com aporte nutricional adequado para uma vida saudável. Neste sentido, os conceitos de segurança alimentar (*food security*) e de segurança de alimentos (*food safety*) são desafios que precisam estar na agenda de cientistas, produtores, governantes e legisladores para que os alimentos ofertados, em quantidade e qualidade, resultem em saúde e qualidade de vida para a população. Além disso, as transformações econômico-sociais das nações associadas à ocorrência de fatores externos (guerras, pandemias, catástrofes ambientais) têm imposto novos desafios à sociedade, principalmente na construção de cenários ideais de geração, armazenamento e consumo de alimentos inócuos, saudáveis e funcionais, que depende de forte base em pesquisa, desenvolvimento e inovação.

A oferta de alimentos saudáveis e seguros à população é o produto final de uma cadeia de processos, que inclui a produção, processamento, industrialização, distribuição e comercialização, cuja responsabilidade é partilhada com diferentes setores de governo, da iniciativa privada e da sociedade.

A indústria alimentícia apresentou uma ampla gama de inovações, mudanças e possibilidades de criar carne por meio de condições *in vitro*, como resultado de uma população e demandas alimentares em expansão proporcional. Esse avanço tem o potencial de transformar completamente o negócio de carnes, com repercussões de longo alcance para o meio ambiente, a saúde humana e o bem-estar animal.



A carne cultivada é vista como mais realista entre os tipos de proteínas alternativas, pois as células musculares saudáveis são usadas para a produção de alimentos sem comprometer o perfil nutricional e o abate de animais. A carne à base de células é principalmente conhecida como carne cultivada, mas também existem denominações como carne limpa, carne sintética, cultivada em laboratório ou *in vitro* e é um produto alimentar complexo composto de células animais cultivadas *in vitro* em condições controladas. Assim, células animais, em vez de animais mortos, são usadas para fazer carne, onde a proliferação e diferenciação das células ocorrem por meio de cultura específico. Essas células ou linhagens celulares são consideradas fontes de proteína alternativa e é o principal ingrediente na produção de carne cultivada.

Como uma tecnologia emergente, o fluxo para a produção de carne cultivada está em construção e o processo de produção ainda é passível de inovação e melhoria em escala e custo. As etapas pré-definidas neste processo são:

1. Coleta de amostra de tecido (ovo fértil e biópsia da ave adulta).
2. Banco de células.
3. Expansão em larga escala das células de interesse.
4. Colheita.
5. Processamento do alimento.

O cultivo das linhagens celulares, como células musculares, requer meio apropriado e substratos de crescimento, levando à formação de tecido cárneo. Há uma necessidade básica de meios de cultura de células acessíveis e adequadas, o que impulsionaria a produção de carne cultivada em larga escala. Atualmente, a maioria das pesquisas com linhagens celulares utilizam conhecimento de nível biomédico, logo os meios de cultura e os equipamentos necessários para o crescimento celular representam um obstáculo econômico. Além disso, esta não é uma opção viável para fabricação em escala industrial, pois incorre em altos custos para a indústria de alimentos.

Antes do próprio processo de produção, as células ou tecidos precisam ser obtidos de animais vivos (biópsia). Para reduzir a possibilidade de introdução de prions patogênicos e infecciosos, é importante a seleção de animais de origem certificados ou a utilização de um biobanco de confiança. Durante esta primeira etapa de cultivo celular, a contaminação bacteriana precisa ser evitada e, portanto, o uso de agentes antimicrobianos como antibióticos pode ser necessário nos primeiros cultivos (passagens celulares). No entanto, em comparação com a produção convencional de carne, as



condições de uso e os problemas de segurança resultantes podem ser diferentes em função das concentrações necessárias e a possível remoção de resíduos quando se faz o escalonamento da proliferação celular, etapa a qual se faz necessário a remoção da utilização de antibióticos.

Diferentes tipos de células podem ser usados na produção de carne cultivada, por exemplo, células-tronco embrionárias, células-tronco mio-satélites e células-tronco pluripotentes induzidas (iPSC). Uma das tecnologias futuras de carne cultivada potencialmente reside no uso de iPSC derivadas de células adultas como alternativa para células-tronco embrionárias, principalmente pela possibilidade de introdução de genes exógenos parece promissor. Embora promissora, a segurança das células geneticamente modificadas para consumo humano ainda precisa ser totalmente avaliada, também em vista das preocupações sociais e regulatórias associadas.

Para produzir carne cultivada estruturada como bifes, cortes inteiros e outros tecidos multicelulares e multimateriais complexos a partir da cultura de células, tanto a bioimpressão e/ou a utilização de *scaffolds* (arcabouço ou suporte) estão sendo investigados como possíveis técnicas de estruturação. A bioimpressão é definida como o uso de processos de transferência de materiais para padronizar e montar materiais biologicamente relevantes, como células, com uma organização prescrita para realizar uma ou mais funções biológicas. Entretanto, ainda não existe literatura científica que descreva o impacto destas técnicas de processamento na qualidade (proteína), funcionalidade ou propriedades sensoriais dos produtos (finais) resultantes.

Segundo Kamalapuram et al., (2021), o desenvolvimento da indústria de carne cultivada inclui uma série de etapas, compreendendo:

1. Etapas de produção *upstream*:
 - a) Pesquisa e desenvolvimento.
 - b) Desenvolvimento de linha de células de carne cultivada e biobanco de células.
 - c) Estratégias de fabricação em escala industrial para a produção de ingredientes de cultura de células, materiais de suporte comestíveis, biorreatores automatizados, carne cultivada e frutos do mar.



2. Etapas de produção *downstream*:
 - a) Instalações de fabricação e produção.
 - b) Vendas e distribuição.
 - c) Gerenciamento da cadeia de suprimentos.
 - d) Regulamentação e negócios.

Atualmente, várias empresas localizadas em todo o mundo, principalmente *startups*, estão desenvolvendo e produzindo produtos de carne cultivada em estágio inicial, com foco na produção de células musculares. Essas empresas do setor de carne cultivada também estão focadas em desafios técnicos, incluindo otimização da linhagem celular, metodologias de *scaffolds* e design de bioprocessos escaláveis. Certamente seria vantajoso para as principais empresas de ciências e fabricação de proteínas alternativas criar divisões especializadas e cultivar parcerias com pontos de entrada da cadeia de valor de carne cultivada, tal como estabelecer programas para projetar novos ingredientes para produtos cárneos cultivados. As empresas de pesquisa brasileiras, como a Embrapa, podem atuar acelerando a transferência de tecnologia no domínio de carne cultivada, promovendo o acesso aberto e recursos compartilhados, incluindo protocolos de fabricação e biobanco de linhagens celulares como fonte ou proteína alternativa tanto para o desenvolvimento de carne cultivada estruturada, bem como da não estruturada.

A carne cultivada é introduzida como um equivalente valioso da carne tradicional. De fato, o potencial para o sucesso do mercado de carne cultivada baseia-se principalmente nos avanços científicos da indústria e da pesquisa. No entanto, vários aspectos, como valor nutricional, segurança de alimentos, ética, propriedades organolépticas, escala de produção e custo, precisam ser considerados antes que um produto final com propriedades semelhantes às da carne tradicional possa ser experimentado. Um conhecimento mais profundo sobre aspectos de segurança de alimentos, como contaminação microbiana, prions, possível material geneticamente modificado (principalmente quando pensamos em linhagens imortalizadas), etc., e formas de reduzir esses riscos determinarão o sucesso futuro de produtos de carne cultivada. Além disso, a falta de diretrizes regulatórias, percepção social (por exemplo, neofobia e tecnofobia públicas) e compreensão incompleta de possíveis benefícios à saúde ou riscos à segurança de alimentos, atualmente limitam sua aplicação de mercado. O impacto do processamento nestas questões também é objeto de pesquisas futuras. Sem dúvida, a terminologia correta e as definições adequadas também requerem maior atenção, pois constituem o ponto de partida dos aspectos legislativos/regulatórios. Uma



introdução bem-sucedida de carne cultivada no mercado exigirá custos razoáveis e aceitação pública. Apesar dessas dificuldades, o interesse e os investimentos em carne cultivada estão aumentando exponencialmente nos últimos dois anos no Brasil. A aceitação do consumidor também está prevista para aumentar nos próximos anos, pois o conceito estará chegando à comercialização.

O potencial para o sucesso do mercado de carne cultivada baseia-se principalmente nos avanços científicos da indústria e da academia. Pesquisas futuras fornecerão novos *insights*, bem como possivelmente identificarão novos desafios e oportunidades para a carne cultivada. Um conhecimento mais aprofundado sobre aspectos nutricionais, tecnofuncionais, sensoriais e de segurança alimentar e formas de melhorá-los, bem como abordar terminologia/definições corretas e questões regulatórias, certamente determinarão o sucesso futuro dos produtos cárneos cultivados. A pesquisa e a inovação nessas questões devem envolver cientistas, reguladores, formuladores de políticas, inovadores e consumidores.

Referências

KAMALAPURAM, S. K.; HANDRAL, H.; CHOUDHURY, D. Cultured Meat Prospects for a Billion!. **Foods** 10.12 (2021): 2922. <https://doi.org/10.3390/foods10122922>.