

Produção de carne *in vitro*: nova realidade da sociedade moderna

Ana Carolina Pelaes Vital¹, Emília Maria Barbosa Carvalho Kempinski¹, Laura Adriane de Moraes Pinto¹, Karina Favoreto Nascimento¹, Simoni Alexandre¹, Ivanor Nunes do Prado²

¹Aluna de pós graduação – Programa de pós graduação em Ciências de Alimentos – Universidade Estadual de Maringá.

²Professor – Programa de pós graduação em Ciências de Alimentos e Zootecnia – Universidade Estadual de Maringá. Pesquisador IA do CNPq.

*Autor para correspondência, E-mail: inprado@uem.br

RESUMO. A produção *in vitro* de carne para consumo humano poderia, à primeira vista, ser uma ideia de interesse popular uma vez que poderá proteger o meio ambiente e respeitar aos direitos dos animais. No entanto, de acordo com diversos especialistas do mundo todo, existem diversas barreiras e obstáculos a serem vencidos antes da produção em escala da carne *in vitro*. Por um lado, mesmo se a produção da carne *in vitro* puder respeitar o direito dos animais e liberar terras agricultáveis para outras culturas, por outro lado, este processo é questionável na comunidade científica. Além disso, o grande desafio será a aceitação pelos consumidores da ideia de consumir carne produzida em laboratório. Na realidade, a ideia do consumo de carne produzida em laboratório seria questionada por várias culturas que não aceitariam consumir alimentos não produzidos pelos sistemas tradicionais. O consumo da carne produzida *in vitro* irá depender dos valores da sociedade de cada país. Além de tudo, a aceitação do consumo de carne produzida por este sistema teria que avançar no quesito no custo desta carne.

Palavras chave: Bem-estar animal, consumidores, novas tecnologias, sociedade moderna

In vitro meat production: New reality of modern society

ABSTRACT. The production of *in vitro* meat to human consumption could be generates media interest because of the contribution it could, first of all, make to the issue of protecting the environment and respecting animals. However, the majority of experts consider in the world that there are still numerous technological obstacles that have to be overcome to produce *in vitro* meat. In addition, even if *in vitro* meat could eliminate the supposed lack of welfare of livestock and has the potential to free up cultivable land, other supposed advantages are questionable and not always agreed by the scientific community. However, another major problem for the commercialisation of *in vitro* meat would be its acceptance by consumers, even if some consumers are ready to taste it at least once. In particular, the artificial nature of the product goes against the growing demand for natural products in many countries. The consumption of *in vitro* meat will depend on a conflict of values at an individual or collective level. In addition, the acceptance of the meat consumption produced by this system would have to advance in the matter in the cost of this meat.

Keywords: Animal welfare, consumers, new technology, modern society

Producción de carne in vitro: nueva realidad de la sociedad moderna

RESUMEN. La producción de carne *in vitro* para consumo humano podría, a primera vista, ser una idea de interés popular, ya que podría proteger el medio ambiente y respetar los derechos de los animales. Sin embargo, según diversos expertos de todo el mundo, existen varias barreras y obstáculos a ser vencidos antes de producir a grande escala la carne *in vitro*. Por un lado, si la producción de carne *in vitro* pudiera respetar el derecho de los animales y liberar tierras fértiles para otros cultivos, por otro lado, este proceso es cuestionable en la comunidad científica. Además de esto, el gran desafío será la aceptación por los consumidores de la idea de consumir carne producida en laboratorio. En realidad, la idea del consumo de carne producida en laboratorio sería cuestionada por varias culturas que no aceptarían consumir alimentos no producidos por los sistemas tradicionales. El consumo de carne producida *in vitro* dependerá de los valores de la sociedad de cada país. Además, la aceptación del consumo de carne producida por este sistema tendría que avanzar en el aspecto relacionado al costo de este producto.

Palabras clave: Bienestar animal, consumidores, nuevas tecnologías, sociedad moderna

Introdução

A produção de alimentos para o consumo humano evoluiu de forma significativa ao longo da história para satisfazer as necessidades do homem. Esta evolução iniciou-se com os homens da caverna que eram, antes de tudo, coletores da alimentação. No entanto, com a evolução da sociedade veio à necessidade de intensificação do trabalho, do aprendizado, do aumento da produção, da organização da sociedade e o do bem-estar do homem ([Patou-Mathis, 2009](#)). Na realidade, com o crescimento da população nos últimos séculos surgiu mais uma preocupação; como satisfazer as demandas pessoais, sobretudo, de alimentação. De acordo com as estatísticas da [FAO \(2015\)](#) existe certo déficit em alimentos para suprir as exigências da humanidade, sobretudo, nos países mais pobres do mundo. As produções agrícolas e animais foram e estão sendo modernizadas com uso de tecnologias de precisão como, por exemplo, proteção ao solo, adubações, inovações genéticas, técnicas de produção mais complexas (mecanização, irrigação, confinamento de animais, entre outros) determinando um aumento significativo na produção de bens alimentares ([Vinnari and Tapio, 2009](#)).

Nos dias atuais, as autoridades de várias nações do mundo estão sendo desafiados por problemas cruciais, como por exemplo, o rápido aumento da densidade populacional humana, aumento da urbanização nos países em desenvolvimento, novas expectativas do homem sobre o bem-estar dos animais, a crescente proteção ao ambiente (conhecido pelo termo sustentabilidade), maior cuidado à saúde humana devido ao aumento da expectativa de vida ([Vinnari and Tapio, 2009](#),

[Mathijs, 2015](#)). As novas propostas para atender esses desafios do homem devem respeitar os hábitos alimentares, serem realistas e não podem ser interpretadas como tecnologias de desorganização da sociedade.

Entre os diversos substitutos da carne estaria o uso de novas tecnologias para desenvolver um produto em laboratório a partir da cultura de células ([Moritz et al., 2015](#)). Estas técnicas já foram descritas há anos atrás, mas recentemente têm sido publicadas quando o hambúrguer artificial foi provado em Londres (agosto de 2013) ([Hocquette, 2016](#)). A partir deste evento, a carne produzida *in vitro* foi considerada pela mídia como um novo tipo de carne com grande potencial porque, em teoria, poderíamos produzir uma grande quantidade deste tipo de carne devido à rapidez do crescimento de culturas de células. Desta forma, em comparação ao sistema tradicional de produção de carne, nós iríamos necessitar de pequeno número de animais (doadores de células) para produzir carne em escala industrial e resolver os problemas citados em referências ao modelo existente atualmente.

Nos dias atuais, existem várias informações na mídia e no mundo científico sobre a possibilidade de produzir carne de modo artificial. [van Mensvoort and Grievink \(2014\)](#) lançaram em Amsterdã na Holanda um interessante livro de culinária intitulado “*In vitro cook book*” sobre a carne artificial e sugerem uma gama de novos produtos da carne.

Nosso artigo, distante de ideias fantasiosas, aponta para um novo universo sobre a possibilidade de um dia nossa mesa estar repleta de carne e derivados da carne diferenciados dos

atuais para nosso consumo de forma saborosa e saudável.

A história do consumo da carne pelo homem

O homem, assim como os suínos, pertence à classe dos onívoros (consumidos de vegetais e carne), portanto, o consumo de carne pelo homem data da pré-história ([Domínguez-Rodrigo et al., 2012](#)). Os seres humanos têm o sistema digestivo muito bem equipado para digerir carne de diferentes espécies; enquanto que os herbívoros (animais ruminantes) têm seu organismo adaptado para o consumo de forragens (celulose e hemicelulose). Na realidade, o consumo de carne pelo homem é um meio indireto do consumo de vegetais, uma vez que os ruminantes consomem os vegetais e os transformam em carne. Desde então, os homens têm consumido carne de diferentes espécies animais e o consumo de carne tornou parte da nossa cultura. No entanto, pequena parte da população mundial, em muitos países desenvolvidos, é vegetariana, portanto não consome carne, assim, podemos afirmar que a maioria da população humana, além de consumo de vegetais, consome carne, sobretudo, em países da América Latina ([Kirinus et al., 2014](#)).

O principal determinante para o consumo de carne de diferentes espécies é a cultura da população. Na verdade, a civilização humana é constituída por grupos ou etnias sociais, em particular, com seus respectivos costumes alimentares ([Font-i-Furnols and Guerrero, 2014](#)). Como exemplo a dieta dos japoneses é à base de frutos do mar, alguns países da África consomem insetos e a dieta na América Latina é à base, essencialmente, de carne.

A diferença essencial no consumo de alimentos está relacionada ao sistema de vida de carne sociedade, assim como, ao poder aquisitivo da população ([Kirinus et al., 2013](#), [Eiras et al., 2017](#)). Historicamente, o consumo de carne esteve restrito aos grupos sociais com melhores rendas uma vez que a carne era considerada um produto raro e caro. No entanto, nos últimos 50 anos o consumo de carne tem aumentado de forma significativa, também, nos países de menor renda ([Bumbieris Júnior et al., 2011](#)). No entanto, nos dias atuais tem até ocorrido uma inversão no consumo de carne em muitos países desenvolvidos, como, na França, Alemanha, Inglaterra e Espanha onde o consumo de carne bovina diminuiu nos últimos anos. Quando é feita uma comparação entre os diferentes países, o consumo de carne

difere de forma significativa, em função das questões culturais, religiosas, geográficas, sistema de produção e econômicas ([Sans and Combris, 2015](#)).

De acordo com [Maslow \(1943\)](#) seguindo hierarquias das necessidades básicas várias delas tem sido identificadas, e quando uma delas é satisfeita, outra delas pode tomar seu lugar, seguindo uma ordem: necessidades fisiológicas, necessidades de bem-estar e segurança, necessidades de prazer, necessidade de autoestima, necessidades de auto reconhecimento. Seguindo este raciocínio seria lógico pensar que quando suas necessidades básicas estão satisfeitas, outras necessidades tornam-se mais importantes. Assim, em primeiro lugar temos o consumo de proteínas vegetais e depois de proteínas animais.

Como consequência das profundas alterações no comportamento social da população, os principais fatores que interferem na compra e consumo de carne são, além dos fatores sensoriais (cor, odor e maciez), fatores psicológicos (fatores culturais e estilo de vida), garantia de higiene e segurança alimentar, bem como fatores relacionados ao sistema de comércio (preço, marca, origem conhecida, segurança, local de produção e ética no sistema de produção ([Font-i-Furnols and Guerrero, 2014](#))). Entre os fatores psicológicos, questões morais relacionadas ao efeito estufa e bem-estar animal estão cada dia mais nas pautas de bom exemplo dos consumidores.

Tendências para o consumo de carne produzida *in vitro*

O consumo de carne produzida em laboratório deve levar em consideração as estratégias de comunicação como elemento social que pode aprovar ou reprovar essa iniciativa. De início o consumidor torna-se constrangido em pensar em consumir carne produzida em laboratório. Em primeiro lugar, a estratégia de mídia para valorizar o consumo de carne artificial tem papel social essencial abordando a vantagem em reduzir o consumo de carne animal (necessidade de preservar a saúde humana, respeitar o bem-estar animal e proteger o meio ambiente). Além disso, a indústria predisposta a produzir carne artificial necessita mostrar a população uma composição ideal e semelhante a carne natural, que é bem controlada no sistema de produção, sem colocar em risco à saúde humana. A produção de carne artificial não necessitaria o sacrifício dos animais

e teria maior proteção ao meio ambiente. Assim, o sentimento de culpa do consumidor seria reduzido.

Além disso, as possíveis indústrias da carne produzida em laboratórios têm chamado este produto de carne artificial, e não músculo artificial ou ainda proteína de músculo artificial (que poderia ser mais apropriado). Essas indústrias reconhecem que a palavra carne tem um efeito psicológico muito positivo. A carne é símbolo de força. Os caçadores primitivos tinham que ter uma força determinante para abater a caça. Desta forma, essas indústrias terão que usar máximo esforço para desmistificar o consumo de carne produzida *in vitro*.

Por outro lado, a urbanização distanciou cada dia mais a convivência da cultura do homem do campo. Desta forma, a aceitação da produção de carne *in vitro* poderia ter maior possibilidade pela população urbana.

Como produzir carne *in vitro*

O princípio do processo de produção de carne *in vitro* foi descrito algumas vezes na literatura ([Post, 2012](#), [Moritz et al., 2015](#)). A metodologia foi inspirada nas técnicas regenerativas da medicina para reconstrução dos músculos degenerados em pacientes com suas próprias células. Para produzir a carne artificial, células tronco retirada de animais se multiplicam e diferencia-se em células musculares (mioblastos) que funde-se (para formar miotubos) e construir novas fibras musculares. Uma vez que as fibras musculares crescem e amadurecem, as mesmas são colhidas e montadas em camadas para criar uma espécie de carne picada que têm um aspecto e uma forma de hambúrguer. Outros compostos ou ingredientes (como exemplo, sal, ervas, pedaços de pão, ovo desidratado, entre outros) podem ser adicionados para tornar a massa mais firme e com uma cor similar a da carne real, como um hambúrguer normal.

O modelo teórico da rápida multiplicação das células tronco e a formação dos mioblastos possibilita um mecanismo para produzir uma grande quantidade de carne com poucos animais. Os benefícios teóricos obtidos com essa técnica poderiam ser:

- i. Redução do efeito estufa (sobretudo, redução na produção de metano), reduzindo, desta forma, o aquecimento global;
- ii. Redução do abate de centenas e milhares de animais para o consumo humano,

iii. Possibilidade de alimentação de milhares de pessoas a baixo custo ([Post, 2012](#)).

No entanto, este processo não leva em consideração dois fatores essenciais da carne real. O primeiro deles seria que grande parte do músculo, assim formado, contem baixa proporção de nervo, sangue e gordura, embora os idealizadores desta ideia estejam trabalhando para melhorar esta técnica com o ajuste de culturas de células de diferentes tecidos animais. Em segundo lugar, embora a carne seja originária do músculo (células tronco), várias modificações bioquímicas quando o suprimento de oxigênio é cortado após o abate do animal: o glicogênio intramuscular é degradado até ácido láctico, acarretando uma queda no pH que ativa uma cadeia de reações enzimáticas, que conduzem a transformação do músculo em carne e, em consequência, a maciez da carne ([Renerre and Labas, 1987](#)). Este processo conhecido como maturação da carne pode levar alguns dias após o abate do animal ([Ouali et al., 2013](#)).

Dificuldades para produção de carne *in vitro*

A tecnologia de produção de carne a partir das células tronco envolve um número significativo de princípios, cada um deles com certa limitação.

Um dos princípios seria a capacidade de multiplicação das células troncos em grande escala sem ocorrer modificações importantes. [Kadim et al. \(2015\)](#) revisaram diferentes tipos de células troncos envolvidas nos processos que podem ser embrionárias, totipotentes, pluripotentes, adultas, além das células mio-sateliais. No entanto, este detalhe não seria o mais complicado em razão da grande quantidade de trabalhos científicos realizados conduzidos sobre este tema na área médica. No entanto, a co-cultura de vários tecidos (nervoso, muscular e adiposo) para reproduzir a carne real nos parece mais complicado e deve consumir vários anos de pesquisas. Um exemplo, a marmorização carne (gordura dentro do músculo) é o resultado da interação de diferentes genes e reações enzimáticas que ocorrem entre o tecido muscular e adiposo ([Bonnet et al., 2007](#), [Jurie et al., 2007](#)). Além disso, existe uma grande instabilidade na variação genética das células em razão do alto número de proliferação das células. Em outras palavras, não poderia ser descartado a possibilidade do desenvolvimento de células degeneradas, como ocorre no caso do câncer, sem serem realmente identificadas. Todavia, estas

células cancerosas seriam inofensivas porque elas morrem durante o processo de preparo e consumo, digestão no estômago e absorção no intestino, assim seria improvável suas incorporações no tecido humano. No entanto, esta questão poderia ser sensível aos consumidores que estão aptos a consumir alimentos mais saudáveis e seguros à saúde humana ([Loyola and Paile, 2006](#)).

Outro princípio de discussão é sobre o meio de cultura para um rápido crescimento das células. Vários nutrientes (carboidratos, amino ácidos, vitaminas, lipídeos...), fatores de crescimento (TGF β , FGF, IGF...) e hormônios (insulina, tireoides, GH...) são necessários nos meios de cultura para o bom desenvolvimento das células. De modo geral, as células troncos são cultivadas em meios com vários nutrientes presentes no soro fetal de bovinos recém-nascidos. Todavia, para o processo de industrialização da carne em laboratório é necessário o desenvolvimento de um meio de cultura, também, artificial e em escala industrial. Este meio de cultura deve ser seguro ao meio ambiente e saúde humana. Alguns meios de cultura sintéticos hoje estão sendo estudados. Todavia, estes meios de cultura seriam produzidos pelas indústrias de fármacos. A produção destes meios pela indústria de fármacos geraria uma grande quantidade de poluentes como corre atualmente com as indústrias química ([Hocquette, 2016](#)).

Por outro lado, o maior desafio é produzir uma carne artificial como o mesmo sabor da carne natural. No entanto, é preciso enfatizar que o sabor da carne é determinado por diferentes fatores, mas entre eles, está presente o hábito alimentar de cada cultura ([Realini et al., 2013](#)). O sabor da carne é formado por uma interação complexa entre várias reações que ocorrem durante o processo de transformação do músculo em carne ([Ouali et al., 2006](#)).

Além do sabor, a cor da carne também é determinante na escolha pelo consumidor ([Faustman et al., 2010](#)). A carne produzida em laboratório apresenta uma cor mais amarelada, diferente da cor mais avermelhada que é mais atrativa ao consumidor ([Mancini and Hunt, 2005](#)).

Ainda, a carne não é composta apenas por tecido nervoso, muscular e adiposo. Além destes tecidos, a carne tem na sua composição outros ingredientes tão importantes como esses três tecidos como, por exemplo, a quantidade correta de água, presença de colágeno, composição em

vitaminas e outras substâncias necessárias para a saúde humana.

Alguns pesquisadores ([Sharma et al., 2015](#), [Bhat et al., 2015](#), [Orzechowski, 2015](#), [Kadim et al., 2015](#)) acreditam que a tecnologia para produção da carne em laboratório está ainda no estágio inicial, apesar do progresso observado nos últimos anos. No entanto, para ter sucesso na produção da carne em laboratório é necessário ter um produto com preço acessível ao consumidor geral. No entanto, o desenvolvimento tecnológico pode apontar para uma solução em pouco tempo. Como aceito pelos próprios cientistas que buscam a produção da carne *in vitro*, ainda, apresenta muitas limitações. Para citar apenas algumas limitações poderíamos mencionar: material genético derivado dos animais, produção em escala, repetição do processo em diferentes indústrias, risco de contaminação dos dejetos, alto custo, uso de fontes naturais (energia, água, mão de obra etc) e, sobretudo, pequenas semelhança com a carne real.

Problemas éticos, sociais e climáticos

O bem-estar animal está, nos dias atuais, nas pautas de discussões sobre a produção de carne das diversas espécies animais. Em alguns casos, as pessoas usam de métodos extremos como, por exemplo, o vegetariano para não consumir carne. Estas pessoas acreditam que esta atitude evita o sofrimento (durante o período de produção) e o abate dos animais. Desta forma, a proposição de consumo de carne que não envolve a criação e abate dos animais poderia ser uma alternativa ([Hocquette, 2015](#)). No entanto, sobre o bem-estar animal, nos últimos tempos, têm ocorrido diversas modificações no sistema de criação dos animais de modo a protegê-los durante a vida ([Hocquette and Chatellier, 2011](#)).

Por questões éticas, as pessoas também estão preocupadas com o aquecimento global e acreditam que o atual sistema de produção de carne pode ser um dos motivos deste fenômeno. Este processo é mais debatido sobre a produção de carne bovina, uma vez que os ruminantes têm como característica a produção do gás metano durante o período de produção ([Benchaar et al., 1998](#)). Algumas pessoas argumentam que nós não deveríamos comer ou reduzir nosso consumo de carne para equacionar este problema ([Hallström et al., 2014](#)). Na realidade, se toda a carne consumida nos países mais desenvolvidos fosse substituída pela carne artificial haveria uma redução

significativa no efeito estufa do planeta, assim como uma redução na utilização de terras agricultáveis e consumo de água. Recentemente [Mattick et al. \(2015\)](#) afirmaram que a produção de carne artificial certamente reduziria a utilização de fertilizantes e uso de terra agricultáveis, mas poderia aumentar a demanda por energia industrial. Desta forma, a teórica vantagem da produção da carne em escala industrial, torna-se, ainda, questionável. No entanto, a discussão sobre a redução da emissão de gás carbônico é complexa uma vez que algumas pesquisas mostram que o consumo de alface, por exemplo, seria três vezes pior, em termos de aquecimento global, do que o consumo de bacon ([Tom et al., 2016](#)). Todavia, toda essa discussão pode é filosófica, uma vez que existem várias razões a favor e contra os vários sistemas de produção e hábito alimentar.

Outro ponto em discussão sobre a produção e uso de carne artificial é o consumo de produtos mais saudáveis. Na verdade, parte da população está preocupada com o aumento da obesidade, doenças metabólicas e outros efeitos deletérios do aumento do consumo de produtos embutidos. Isto pode ser explicado pelo estudo da Organização Mundial de Saúde que aponta que a carne processada poderia causar câncer, especialmente, a carne vermelha, baseada no recente estudo de [Bouvard et al. \(2015\)](#). No entanto, [Klurfeld \(2015\)](#) aponta que muitos estudos de observações estão caracterizados por certas limitações como, por exemplo, hipóteses fracas, muitas comparações ao mesmo tempo, muitos fatores de interpretação, muitas interpretações individuais etc que tornam as conclusões destes estudos pouco confiáveis. Ainda outros autores também confirmaram que as evidências dos dados são poucas conclusivas e mais estudos devem ser realizados para bem compreender a complexidade das comparações entre os efeitos do consumo de carne artificial e carne real ([Richter et al., 2015](#)). Na verdade, pode-se dizer que ambos os lados, defensores da carne artificial e defensores da carne real, têm seus argumentos. No entanto, estes argumentos sobre a segurança alimentar devem ser muito bem analisados. Um exemplo insistente dos defensores do consumo da carne artificial seria de que este produto estaria isento de parasitos. No entanto, estes mesmos defensores acreditam que a indução do crescimento das células de carne poderiam, em um dado momento, perder o controle e produzir uma carne cancerosa.

Outra questão debatida neste complexo sistema é a questão do livre mercado: fair trade. De modo

geral, a produção de alimentos (animal e vegetal) está centralizada em países com menor custo de vida (Brasil, Austrália, Argentina, Chile, África do Sul, para ficar em alguns poucos países) em função da disponibilidade de terra e mão de obra mais barata. Por outro lado, em países mais desenvolvidos como, exemplo, da União Europeia, Estados Unidos, Canadá e Japão a produção do setor agro é fortemente subsidiada pelo estado. Desta forma, a produção do sistema agro pode ser considerada democrática e de amplo espectro. No caso de produção de carne artificial, em grande escala, esta produção poderia ser centralizada pelos grandes gigantes do mercado e, desta forma, fazer um monopólio da produção de carne, como ocorre atualmente, com as grandes empresas de produção de petróleo, fertilizantes e, até mesmo, carne bovina como o caso da JBS. Assim sendo, esta possibilidade poderia agravar ainda mais os problemas sociais entre os países mais ricos e os países mais pobres, uma vez que a produção de carne artificial, em larga escala, seria centralizada pelos mercados mais ricos e poderosos.

Nós discutimos apenas poucas questões sobre a ética, uma vez que essa discussão é a mais complexa sobre uma possível produção de carne artificial. A questão ética evolve uma gama de valores que é impossível ser entendida e decifrada por uma única pessoa como, por exemplo, questões culturais, religiosas, geográficas, educacionais, entendimento, entre outras. Vários exemplos enigmáticos explicam este comportamento no mundo. Na China o consumo de cães é uma prática comum e não aceitável pela população ocidental. O consumo de equinos é uma prática comum na Europa e não aceitável na América Latina, sobretudo, no Brasil. Os indianos são contra o consumo de carne de vaca, que para nós é normal. A sociedade moderna é contra a matança das baleias, mas os barcos japoneses, neste momento, estão abatendo, para o consumo humano, centenas de baleias nos mares. Assim, a discussão da ética dentro de cada cultura é complexa. Na atualidade, esta discussão passa pelo o bem-estar dos animais. Este caso seria resolvido com a simples produção, em escala, da carne industrial.

Na realidade, para o progresso da ciência e mudança de hábito de vida o mundo científico e a sociedade deverão responder várias, muitas e complexas questões como, por exemplo:

1. A carne artificial poderá substituir a carne real em termos de qualidade e sabor uma vez que o consumo de carne é uma arte?
2. A carne artificial, realmente, vai respeitar o bem-estar animal, uma vez que vamos precisar, pelo menos inicialmente, de um estoque de animais para poder dar o start no processo de produção?
3. A carne artificial terá os mesmos problemas do atual consumo de carne ou, ainda, poderá agravar estes conceitos?
4. A produção de carne em grande escala pelas grandes companhias poderá agravar, ainda mais, agravar as desigualdades sociais?
5. A produção de carne em grande escala pelas grandes companhias poderá reduzir o emprego, sobretudo, nos países mais pobres e, ainda, para a parcela mais pobre nestes países?
6. A produção de carne artificial pelas grandes indústrias irá, na verdade, reduzir o efeito estufa ou poderá, ainda, contribuir mais com este fenômeno?
7. A produção de carne artificial, com certeza, vai empobrecer muito o panorama dos nossos campos?
8. A produção de carne artificial poderá contribuir para uma mudança nas diferentes culinárias dos países do mundo?
9. A produção de carne artificial irá alterar de forma significativa o mundo rural, com seus costumes e valores?
10. Finalmente, precisamos conhecer com detalhes, o real pensamento das diferentes culturas/religiões sobre a produção e consumo de carne artificial.

Visão do futuro do consumo de alimentos

De acordo com os dados apresentados pela FAO até o ano de 2050 a produção de alimentos no mundo deverá aumentar em mais de 30% para satisfazer a demanda da população. Diante deste cenário, as instituições (universidades, centros de pesquisas, indústrias) estão se mobilizando para atender esta demanda. Todavia, nos resta apenas uma questão; como fazer isso?

A produção da carne em grande escala em grandes companhias poderá ser apenas um condão neste complexo emaranhado nó górdio. Arelado a esta contribuição para atender nossas necessidades, a sociedade, como um todo, deve estar preparada para a adoção de alternativas não convencionais até hoje. Existem no meio científico algumas alternativas que poderão ser viabilizadas no futuro, mas respeitando o bem-

estar animal, meio ambiente, segurança alimentar, aspectos culturais, entre outros fatores. As novas alternativas para atender as novas demandas por alimentos pela sociedade poderão incluir:

1. Mudança no hábito alimentar. Em alguns países do mundo o consumo de alimentos não convencionais faz parte do cardápio. Na China é comum o consumo de cães; enquanto isso é uma aberração para a sociedade ocidental. Todavia, em alguns países do ocidente (França, Bélgica, Itália...) consumo de coelho é normal e para outros países estes animais são símbolos pets. Da mesma forma, a parte dos países da Europa consome carne de equinos; enquanto para os habitantes da América latina isso seria um desvio de comportamento porque esses animais foram consagrados para o trabalho e atualmente seria para esporte e lazer.
2. Consumo de proteínas unicelulares e algas. Algumas empresas estão desenvolvendo proteínas à base de fungos e leveduras como proteínas unicelulares. Este processo, não corresponde uma real proteína animal uma vez que não contém todos os compostos químicos da carne como, por exemplo, os amino ácidos essenciais, vitaminas e ferro. Deste modo, estes produtos poderiam substituir apenas parte da carne. Além disso, o consumo de algas (reais ou produzidas em laboratórios) também poderá fazer parte do nosso cardápio no futuro. Ainda, alguns cientistas acham que parte deste material poderia vir dos mares e oceanos.
3. Redução do desperdício. Segundo os dados da FAO 1/3 da produção de alimentos é perdida ou jogada fora ao longo da cadeia de produção: produção – colheita – transporte – beneficiamento – distribuição – preparo da comida – aproveitamento no prato e consumida. Mais delicado, ainda, que este maior desperdício está nos países mais pobres em razão dos sistemas de produção (menos eficientes), colheita (máquinas de baixa tecnologia), transportes (estradas sem infraestrutura), armazenamento (baixa qualidade), preparo da comida (carnes fritas ou assada, enquanto carnes cozidas apresenta menor desperdício), consumo real (hábito de sempre fazer a carne “para sobrar”). Este

desperdício somente será erradicado com adoção de políticas públicas eficientes, educação da sociedade, conscientização das famílias, melhora na cadeia alimentar, entre outros. No entanto, os próprios estudiosos do sistema de abastecimento de alimentos acreditam que é mais fácil aumentar a produção do que reduzir o desperdício.

Para complementar os dados da revisão bibliográfica foi realizada uma enquete, *on line*, com uma população de 50 pessoas para pesquisar o conhecimento e aceitação da carne de laboratório ou carne artificial. No entanto, esta enquete não é muito representativa da população brasileira porque abrangeu boa parte do público universitário. Desta forma, este estudo serve para perceber como está informada esta parte da população que, aliás, teoricamente deve ser a mais informada sobre as inovações tecnológicas.

A maior parte dos participantes (60%) estava entre 24 a 40 anos de idade ([Gráfico 1](#)). A segunda parcela (25%) estava com mais de 55 anos de idade. Desta forma, a população entrevistada não pode ser considerada representativa da população brasileira; como deve ser no caso de uma pesquisa mais abrangente como a descrita por [Eiras et al. \(2017\)](#). No entanto, os trabalhos pioneiros, também, merecem algum crédito. Na verdade, seria possível fazer uma enquete com uma população mais representativa por meios eletrônicos disponíveis na atualidade. Mesmo assim, dados de uma população mais abrangente também devem ser interpretados com cuidados.

Nas enquetes de opinião pública, de modo geral, a distribuição por sexo deve ser de 50% para homens e 50% para mulheres. Neste caso específico, a participação do sexo feminino (64%) foi bem superior ([Gráfico 2](#)).

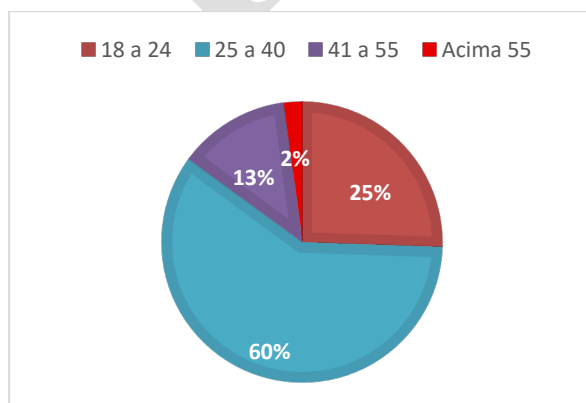


Gráfico 1. Idade dos participantes do estudo.

A maior participação de pessoas do sexo feminino é decorrente do sistema de aplicação dos questionários e tratamento das amostras. Todas as respostas dos questionários foram usadas para estudo do caso. Neste caso específico, a participação feminina mostra maior interesse das mulheres nos assuntos relativos à saúde.

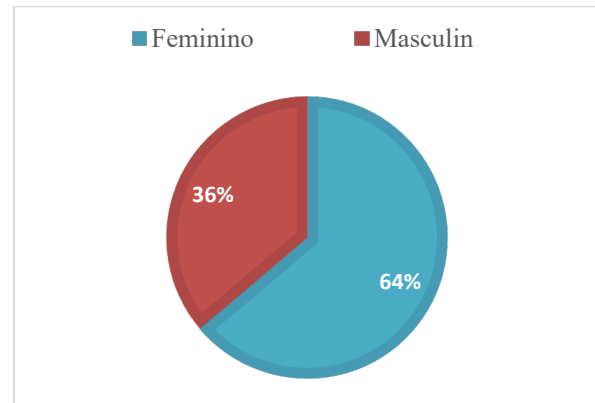


Gráfico 2. Distribuição da amostra por sexo.

Outro fator inerente à pesquisa foi o grau de escolaridade dos participantes ([Gráfico 3](#)). A maior parte dos participantes era alunos de pós-graduação (43%).

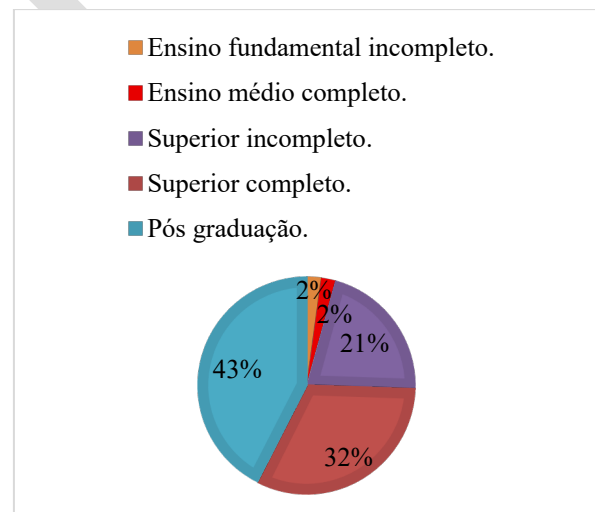


Gráfico 3. Nível de escolaridade dos participantes da enquete.

A participação dos alunos de ensino superior completo contribui com outros 32% das respostas. Desta forma, o conjunto formado pelos participantes com pós-graduação e ensino superior completo representou 75% dos participantes. Este resultado evidencia que a pesquisa foi realizada no âmbito do maio universitário. Desta forma, os resultados da enquete devem ser analisados com cuidado, caracterizado pelo viés da mesma. Na realidade, esta população foi escolhida por facilitar uma primeira sondagem sobre a

sensibilidade da população sobre um tema pouco conhecido.

Para melhor caracterizar a população em estudo, foi perguntado sobre a renda média mensal dos participantes ([Gráfico 4](#)).

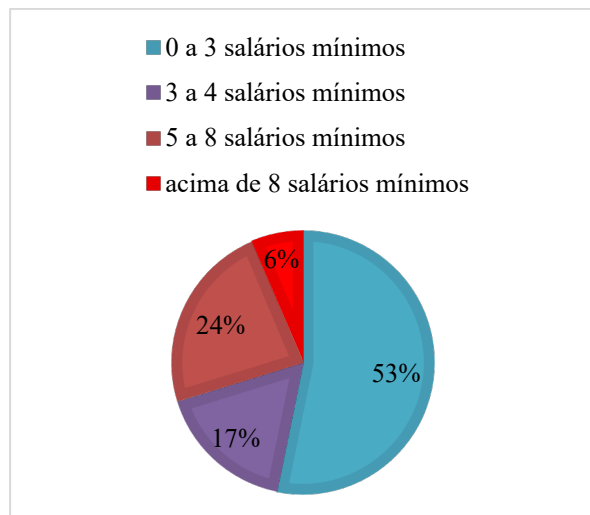


Gráfico 4. Rendimento médio dos participantes da enquete.

A maior parte (53%) do rendimento médio da população entrevistada está abaixo de três salários mínimos (próximo de três mil reais), apenas 3% da população responderam que ganham acima de 8 salários mínimos. Este dado é curioso e intrigante ao mesmo tempo. Quando olhamos para o nível de escolaridade ([Gráfico 3](#)), observamos que 43% da população tem pós-graduação e 32% ensino superior completo.

O tamanho da população das cidades de origem dos participantes da enquete está mostrado no [gráfico 5](#).



Gráfico 5. Tamanho da população das cidades dos participantes da enquete.

Maior parte da população vive em cidades que têm entre 100 a 500 mil habitantes e 38% em cidades que têm entre 500 a 1 milhão de habitantes. Desta forma, nossa amostra é essencialmente urbana e de pessoas que vivem em grandes centros populacionais.

A pergunta principal foi sobre o conhecimento da carne produzida em laboratórios ou carne artificial ([Gráfico 6](#)).

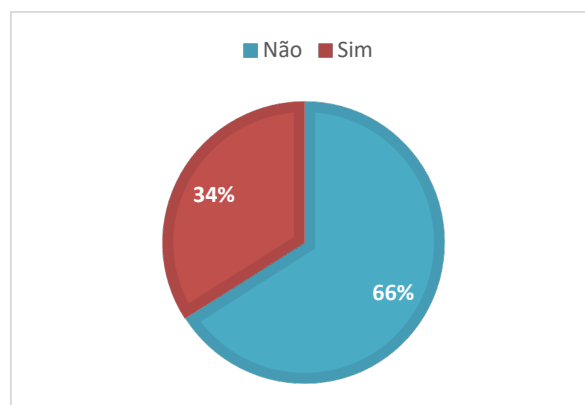


Gráfico 6. Você tem conhecimento sobre a carne produzida em laboratório?

Sessenta e seis por cento dos entrevistados disseram ter conhecimento sobre a produção de carne em laboratórios ou artificial. Esta resposta cabe duas observações: população entrevistada e nível de conhecimento. O [gráfico 3](#) mostra que 75% da população entrevistada têm curso de pós-graduação ou ensino universitário completo. Desta forma, a resposta pode estar relacionada ao grau de escolaridade. Todavia, grau de escolaridade poderia ser um argumento com certo viés. Na realidade, alto grau de escolaridade não define conhecimento prévio de um assunto como este. Afinal, consumo de carne produzida em laboratório ou carne artificial ainda é uma tabu, inclusive para sociedades mais escolarizadas como, por exemplo, para os europeus.

Quando a população entrevistada foi perguntada se consumiria ou não uma carne produzida em laboratório ou carne artificial, 70% afirmaram que sim ([Gráfico 7](#)).

Como observado para o conhecimento de carne produzida em laboratório ou carne artificial, 70% dos entrevistados responderam que consumiriam este tipo de carne. Vale ressaltar que para uma população latino americana, na maioria das vezes, avessa às inovações tecnológicas, sobretudo, no que concerne aos hábitos alimentares esta resposta é, no mínimo, curiosa. De acordo com os padrões de consumo de carne, a citada população, é pouco

receptiva ao consumo de produtos não convencionais como, por exemplo, consumo de carne de cavalo, cachorro e animais de caças, e em algumas oportunidades, carne de animais domésticos, como coelho.

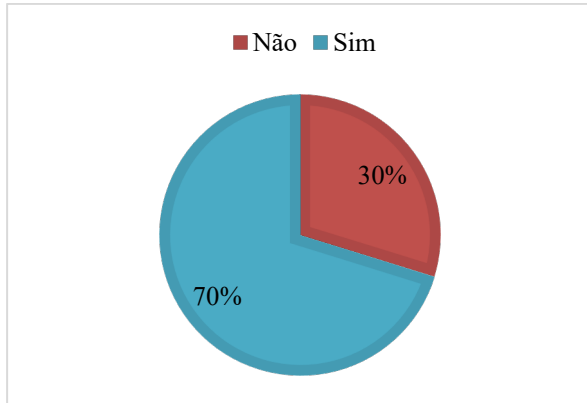


Gráfico 7. Você consumiria carne produzida em laboratório ou carne artificial.

Além de consumir ou não um produto é preciso saber se a população em estudo estaria disposta considerar que o consumo deste produto seria benéfico à sua própria saúde. Assim, perguntamos aos entrevistados se eles consideram que o consumo de carne artificial ou carne produzida em laboratório trairia algum efeito benéfico à saúde deles. Neste caso, 60% consideram que sim e 40% que não ([Gráfico 8](#)).



Figura 8. Você considera que uma carne produzida em laboratório seria mais saudável à saúde humana.

Esta resposta nos induz a imaginar que existe uma parcela da população que não acredita nos malefícios dos produtos produzidos por meios não convencionais e mais industrializados. Este comportamento deve ser muito bem interpretado pelas grandes empresas especializadas no setor de carne, uma vez que parte da população estaria apta a consumir um produto que vai muito além do processamento da carne.

A inovação tecnológica, em primeira instância pode, até mesmo, encarecer o bem ou serviço produzido. Desta forma, fizemos uma pergunta sobre o valor pago por uma carne desta natureza. Neste contexto, a resposta dos entrevistados foi mais dentro do esperado. Apenas 1/3 da população entrevistada (36%) estaria disposta a pagar mais caro por uma carne produzida em laboratório ou carne artificial ([Gráfico 9](#)).

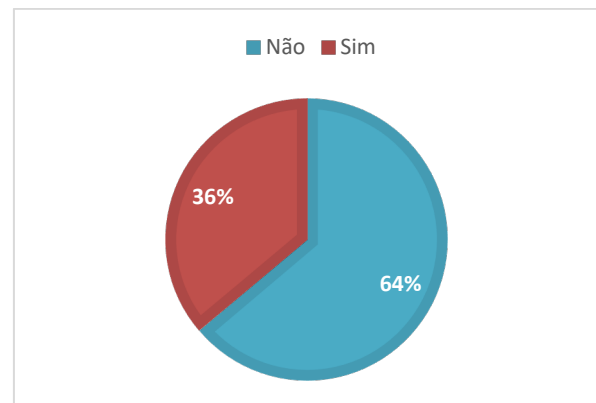


Gráfico 9. Você pagaria mais caro por uma carne produzida em laboratório ou carne artificial?

Na atualidade, a produção de animais destinados à alimentação humana está enfrentando resistência cada vez maior, em razão das manifestações e ações dos ambientalistas. Desta forma, tivemos a preocupação em incluir uma questão sobre o bem-estar e sofrimento dos animais ([Gráfico 10](#)).

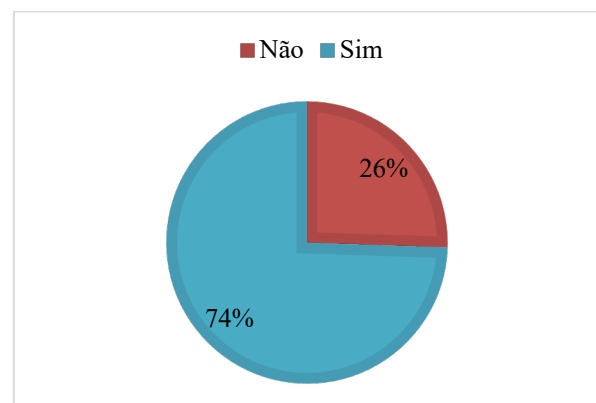


Gráfico 10. Você considera que uma carne produzida em laboratório poderá melhorar o bem-estar animal e minimizar a dor:

O bem-estar entenda-se como sendo os vários sistemas de criação. E o sofrimento ou dor seria e as reações dos animais no momento do abate. O sofrimento e dor são reações diferentes, assim não devem ser confundidos. O sofrimento é uma reação que uma pessoa pode passar antes do acontecimento como, por exemplo, a iminência de

uma execução penal. Por outro lado, a dor é uma ação instantânea e pode durar poucos minutos como, por exemplo, o momento do abate do animal, entre 1 a 3 minutos).

A maior parte dos entrevistados (74%) entende que a produção de carne em laboratório pode melhorar o bem-estar animal, durante a criação, e aliviar a dor ou sofrimento no momento do abate. Este comportamento é normal para os agentes que estão envolvidos no sistema de criação animal. Na verdade, a maior parte dos agentes envolvidos nos vários processos na cadeia de produção animal não é receptiva ao momento do abate.

Na última questão foi perguntado sobre o efeito da produção de carne em laboratório ou carne artificial sobre a proteção do meio ambiente ([Gráfico 11](#)).

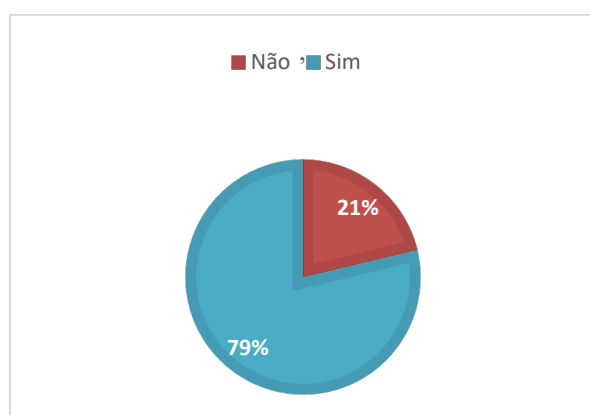


Gráfico 11. Proteção ao meio ambiente

Neste caso, 79% dos entrevistados acreditam que a produção de carne em sistema artificial pode proteger e melhorar o meio ambiente. Esta é uma resposta esperada porque os defensores da produção de carne em sistemas artificiais têm como, entre os fatores de defesa, o bem-estar animal e proteção ao meio ambiente. A proteção ao meio ambiente seria a redução de áreas de cultivos, redução de áreas destinadas aos animais, redução da utilização de adubos e pesticidas, redução do efeito estufa, para ficar em apenas alguns deles.

Conclusões

Está evidente que nossa sociedade está e irá, ainda, enfrentar desafios nas próximas décadas, sobretudo, no suprimento da alimentação e os cuidados com o efeito estufa e bem-estar animal. Assim, no parece evidente que os idealizadores da carne *in vitro* têm em mente elementos que poderão ter a primazia de convencimento da futura geração, uma vez que os apelos serão mediáticos.

Todavia, os idealizadores desta nova estratégia sabem das dificuldades a serem contornadas pela aceitação dos consumidores para popularizar estas iniciativas. Em consequência, não é certo que esta carne estará tão cedo disponível nas gôndolas dos supermercados devido ao alto custo de produção e dificuldade inicial de comercialização. Toda a discussão sobre este tema deverá encher páginas das mídias nos próximos anos, sobretudo, no que concernem pontos determinantes como, por exemplo, direito e bem-estar dos animais, segurança alimentar, proteção a terra, comércio internacional, aspectos religiosos, diferenças culturais etc.

Por outro lado, os gestores da sociedade, sabem que a produção da carne artificial será um corolário das políticas a serem empregadas, junto com outros tipos de carne (clonagem ou carne geneticamente modificada). Além disso, aumento na eficiência na produção vegetal e animal (via melhoramento genético). Consumo de proteína produzida em laboratório (unicelulares e algas). Redução de forma acentuada nos desperdícios. Todas essas medidas deverão fazer parte das políticas públicas que deverão ser implementadas em todos os países para o bem da sociedade.

A pequena enquete realizada entre 50 entrevistados nos mostra um pequeno panorama sobre a futura discussão sobre o consumo de carne produzida *in vitro*. Esta mostra nos parece que tem mais pontos positivos do que negativos. O primeiro ponto é o grande conhecimento do público sobre o assunto e sua aceitabilidade para o consumo. Além disso, essa parcela da população acredita que a carne produzida neste sistema poderia melhorar o bem-estar animal e aliviar a dor dos animais no abate, além de proteger de forma mais adequada o meio ambiente.

Referências Bibliográficas

- Benchaar, C., Rivest, J., Pomar, C. & Chiquette, J. 1998. Prediction of methane production from dairy cows using existing mechanistic models and regression equations. *Journal of Animal Science*, 76, 617-627.
- Bhat, Z. F., Kumar, S. & Fayaz, H. 2015. *In vitro* meat production: Challenges and benefits over conventional meat production. *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 241-248.
- Bonnet, M., Faulconnier, Y., Leroux, C., Jurie, C., Cassar-Malek, I., Bauchart, D., Boulesteix, P., Pethick, D., Hocquette, J. F. & Chilliard, Y. 2007. Glucose-6-phosphate dehydrogenase

- and leptin are related to marbling differences among Limousin and Angus or Japanese Black x Angus steers. *Journal of Animal Science*, 85, 2882-2894.
- Bouvard, V., Loomis, D., Guyton, K. Z., Grosse, Y., El Ghissari, F., Benbrahim-Tallaa, L. & Straif, K. 2015. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *The Lancet Oncology*, 16, 1599-1600.
- Bumbieris Júnior, J. R., Oliveira, V. H., Jobim, C. C., Barbosa, M. A. A. F., Castro, L. M. & Barrero, R. P. 2011. Perspectivas para uso de silagem de cereais de inverno no Brasil. In: Jobim, C. C. (ed.) *Simpósio de produção e utilização de forragens conservadas*. Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Domínguez-Rodrigo, M., Pickering, T. R., Díez-Martín, F., Mabulla, A., Musiba, C., Trancho, G., Baquedano, E., Bunn, H. T., Barboni, D. & Santonja, M. 2012. Earliest porotic hyperostosis on a 1.5-million-year-old hominin, Olduvai Gorge, Tanzania. *PloS One*, 7, e46414.
- Eiras, C. E., Guerrero, A., Valero, M. V., Pardo, J. A., Ornaghi, M. G., Rivaroli, D. C., Sañudo, C. & Prado, I. N. 2017. Effects of cottonseed hulls levels in the diet and aging time on visual and sensory meat acceptability from young bulls finished in feedlot. *Animal*, 11, 529-537.
- FAO. 2015. *Statistical Yearbook*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R. & Suman, S. P. 2010. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat Science*, 86, 86-94.
- Font-i-Furnols, M. & Guerrero, L. 2014. Consumer preference, behaviour and perception about meat and meat products: an overview. *Meat Science*, 98, 361-371.
- Hallström, E., Rööf, E. & Börjesson, P. 2014. Sustainable meat consumption: A quantitative analysis of nutritional intake, greenhouse gas emissions and land use from a Swedish perspective. *Food Policy*, 47, 81-90.
- Hocquette, J.-F. 2015. Is it possible to save the environment and satisfy consumers with artificial meat? *Journal of Integrative Agriculture*, 2, 206-207.
- Hocquette, J.-F. 2016. Is *in vitro* meat the solution for the future? *Meat Science*, 120, 167-176.
- Hocquette, J.-F. & Chatellier, V. 2011. Prospects for the European beef sector over the next 30 years. *Animal Frontiers*, 1, 20-28.
- Jurie, C., Picard, B., Hocquette, J. F., Dransfield, E., Micol, D. & Listrat, A. 2007. Muscle and meat quality characteristics of Holstein and Salers cull cows. *Meat Science*, 77, 459-466.
- Kadim, I. T., Mahgoub, O., Baqir, S., Faye, B. & Purchas, R. 2015. Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospects. *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 222-233.
- Kirinus, J. K., C., S., Fruet, A. P. B., Dörr, A. C. & Nörnberg, J. L. 2014. Caracterización socioeconómica de consumidores con elevada ingesta de carne bovina. *Enciclopèdia Biosfera*, 10, 2830-2848.
- Kirinus, J. K., Fruet, A. P. B., Klinger, A. C. K., Dörr, A. C. & Nörnberg, J. L. 2013. Relação entre faixas de renda e o perfil dos consumidores de carne bovina da região sul do Brasil. *Revista Monografias Ambientais*, 12, 2776-2784.
- Klurfeld, D. M. 2015. Research gaps in evaluating the relationship of meat and health. *Meat science*, 109, 86-95.
- Loyola, V. R. & Paile, B. J. A. 2006. Utilização de aditivos em rações de bovinos: Aspectos regulatórios e de segurança alimentar. *Anais 8º Simpósio sobre nutrição de bovinos - Minerais e aditivos para bovinos*.
- Mancini, R. A. & Hunt, M. C. 2005. Current research in meat color. *Meat Science*, 71, 100-121.
- Maslow, A. H. 1943. A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50, 370-396.
- Mathijs, E. 2015. Exploring future patterns of meat consumption. *Meat Science*, 109, 112-116.
- Mattick, C. S., Landis, A. E., Allenby, B. R. & Genovese, N. J. 2015. Anticipatory life cycle analysis of *in vitro* biomass cultivation for cultured meat production in the United States. *Environmental Science & Technology*, 49, 11941-11949.
- Moritz, M. S. M., Verbruggen, S. E. L. & Post, M. J. 2015. Alternatives for large-scale production of cultured beef: A review. *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 208-216.
- Orzechowski, A. 2015. Artificial meat? Feasible approach based on the experience from cell

- culture studies. *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 217-221.
- Ouali, A., Gagaoua, M., Boudida, Y., Becila, S., Boudjellal, A., Herrera-Mendez, C. H. & Sentandreu, M. A. 2013. Biomarkers of meat tenderness: Present knowledge and perspectives in regards to our current understanding of the mechanisms involved. *Meat Science*, 95, 854-870.
- Ouali, A., Herrera-Mendez, C. H., Coulis, G., Becila, S., Boudjellal, A., Aubry, L. & Sentandreu, M. A. 2006. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Science*, 74, 44-58.
- Patou-Mathis, M. 2009. *Mangeurs de viande: De la préhistoire à nos jours*. Edition Perrin, Paris.
- Post, M. J. 2012. Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. *Meat Science*, 92, 297-301.
- Realini, C. E., Font i Furnols, M., Sañudo, C., Montossi, F., Oliver, M. A. & Guerrero, L. 2013. Spanish, French and British consumers' acceptability of Uruguayan beef, and consumers' beef choice associated with country of origin, finishing diet and meat price. *Meat Science*, 95, 14-21.
- Renner, M. & Labas, R. 1987. Biochemical factors influencing metmyoglobin formation in beef muscles. *Meat Science*, 19, 151-165.
- Richter, C. K., Skulas-Ray, A. C., Champagne, C. M. & Kris-Etherton, P. M. 2015. Plant protein and animal proteins: Do they differentially affect cardiovascular disease risk? *Advances in Nutrition*, 6, 712-728.
- Sans, P. & Combris, P. 2015. World meat consumption patterns: An overview of the last fifty years (1961–2011). *Meat science*, 109, 106-111.
- Sharma, S., Thind, S. S. & Kaur, A. 2015. *In vitro* meat production system: why and how? *Journal of food science and technology*, 52, 7599-7607.
- Tom, M. S., Fischbeck, P. S. & Hendrickson, C. T. 2016. Energy use, blue water footprint, and greenhouse gas emissions for current food consumption patterns and dietary recommendations in the US. *Environment Systems and Decisions*, 36, 92-103.
- van Mensvoort, K. M. & Grievink, H. J. 2014. *The In vitro meat cookbook*. The Netherlands: B/S Publishers, Amsterdam.
- Vinnari, M. & Tapio, P. 2009. Future images of meat consumption in 2030. *Futures*, 41, 269-278.

Article History:

Received 17 May 2017

Accepted 13 June 2017

Available on line 14 June 2017

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.