

Task Force 01

FIGHTING INEQUALITIES, POVERTY, AND HUNGER

Bem-estar animal para um sistema agroalimentar saudável e sustentável

Rita Albernaz-Gonçalves, Professora, Instituto Federal Catarinense (Brasil)

Fernanda Helena Marrocos Leite, Pesquisadora, Cátedra Josué de Castro e Centro de Pesquisa Epidemiológica em Nutrição e Saúde, Universidade de São Paulo (Brasil)

Maria José Hötzel, Professora, Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil)

Rafael Silva, Consultor de Pesquisa Externo, Cátedra Josué de Castro e Programa de Ciências Ambientais, Universidade de São Paulo (Brasil)

Gabriela Olmos Antillón, Consultora de Pesquisa Externa, Unidade de Epidemiologia Veterinária, Departamento de Ciências Clínicas, Faculdade de Medicina Veterinária e Ciência Animal, Universidade Sueca de Ciências Agrícolas, Uppsala (Suécia)

Estela Catunda Sanseverino, Pesquisadora Científica, Cátedra Josué de Castro e Mestranda em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo (Brasil)

Alessandra Matte, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Brasil)

Ricardo Abramovay, Professor Titular, Cátedra Josué de Castro e Programa de Ciências Ambientais, Universidade de São Paulo (Brasil)



TF01

Bem-estar animal para um sistema agroalimentar saudável e sustentável

Autores

- **Rita Albernaz-Gonçalves**, Professora, Instituto Federal Catarinense (Brasil)
- **Fernanda Helena Marrocos Leite**, Pesquisadora, Cátedra Josué de Castro e Centro de Pesquisa Epidemiológica em Nutrição e Saúde, Universidade de São Paulo (Brasil)
- **Maria José Hötzel, Professora**, Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil)
- **Rafael Silva**, Consultor de Pesquisa Externo, Cátedra Josué de Castro e Programa de Ciências Ambientais, Universidade de São Paulo (Brasil)
- **Gabriela Olmos Antillón**, Consultora de Pesquisa Externa, Unidade de Epidemiologia Veterinária, Departamento de Ciências Clínicas, Faculdade de Medicina Veterinária e Ciência Animal, Universidade Sueca de Ciências Agrícolas, Uppsala (Suécia)
- **Estela Catunda Sanseverino**, Pesquisadora Científica, Cátedra Josué de Castro e Mestranda em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo (Brasil)
- **Alessandra Matte**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Brasil)
- **Ricardo Abramovay**, Professor Titular, Cátedra Josué de Castro e Programa de Ciências Ambientais, Universidade de São Paulo (Brasil)

Resumo

Predominam no mundo todo, sistemas de produção animal que desconsideram a dignidade de seres vivos sencientes. No entanto, estes sistemas desempenham um papel fundamental na geração de renda agrícola e no fornecimento de alimentos para os seres humanos. Atualmente, a produção animal intensiva é altamente dependente de antibióticos, o que aumenta o risco de resistência antimicrobiana (RAM), afetando simultaneamente a saúde humana, animal e o meio ambiente. O avanço da RAM é uma das maiores ameaças contemporâneas à saúde global. Ao mesmo tempo, cerca de 40% dos grãos do mundo são destinados à alimentação animal em vez de se voltarem ao consumo humano. A produção desses grãos é altamente subsidiada em todo o mundo. Consequentemente, alimentar esses animais gera um alto custo socioambiental, dado o ônus que representa para as finanças públicas e para o uso de áreas que poderiam ser destinadas à alimentação humana ou à regeneração de biomas. Além disso, a oferta de alimentos de origem

animal (exceto na África Subsaariana) é muito maior do que o necessário para atender às necessidades nutricionais humanas, levantando questões de equidade. É importante transformar os sistemas de produção animal para reduzir significativamente o uso de antimicrobianos e, ao mesmo tempo, fornecer dietas seguras e sustentáveis. Isso supõe políticas públicas baseadas na abordagem de Saúde Única (*One Health*, em inglês), por meio de incentivos a padrões de trabalho preventivos, medidas de biossegurança, uso de alternativas aos antimicrobianos e subsídios diretos para a diversificação das fontes da alimentação animal. Reduzir a densidade animal em sistemas de produção intensiva é essencial para garantir um melhor bem-estar animal. Outras medidas eficientes para otimizar o uso e minimizar a necessidade de antibióticos na criação animal incluem a promoção de uma dieta mais diversificada, predominante em subprodutos, ambientes de criação saudáveis e enriquecidos, e animais geneticamente diversos e com sistema imunológico reforçado. O fortalecimento da produção local, a diversificação e o aumento da presença de uma variedade de produtos de origem vegetal nas dietas também fazem parte das políticas para o setor.

Palavras-chave: Saúde Única, bem-estar animal, biossegurança, resistência antimicrobiana, produção pecuária, biodiversidade.

Diagnóstico do Problema

Desde a década de 1950, a pecuária passou por uma série de inovações tecnológicas que permitiram um aumento espetacular na oferta de alimentos. A base dessas inovações é a concentração de animais em espaços reduzidos, sua homogeneidade genética e um conjunto de transformações que encurtaram drasticamente sua vida útil, permitindo o aumento da produção e oferta de alimentos de origem animal em larga escala. A viabilidade econômica e técnica desses sistemas de criação concentrada reside na alimentação animal baseada principalmente em grãos (por exemplo, atualmente, 40% de todas as terras agrícolas globais são usadas para produzir ração para animais) (Mottet et al., 2017). Essa produção massiva de grãos recebe a maior parte dos 470 bilhões de dólares gastos anualmente em subsídios agrícolas globais. Esses subsídios distorcem os

mercados, contribuem para a erosão da biodiversidade e atrasam o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

A concepção contemporânea de bem-estar animal não se restringe a fornecer "comida, água e medicamentos" aos animais. A criação de animais deve proporcionar condições ambientais que permitam a expressão livre de sua inteligência, sensibilidade e sociabilidade. Sob essa concepção, o bem-estar animal não é apenas instrumental para os seres humanos: é, acima de tudo, um valor ético-normativo que tem o crescente apoio da ciência e da opinião pública.

O modelo tecnológico atual, na maioria dos casos, não respeita esse requisito ético. Em vez disso, promove a propagação de doenças infecciosas e o uso excessivo e inadequado de antibióticos. O resultado disso se traduz em uma das maiores preocupações contemporâneas da Organização Mundial da Saúde (OMS): o avanço da RAM, com efeitos devastadores na saúde animal, humana e ambiental (Geneva Environment Network, 2024). Por exemplo, em 2019, 4.95 milhões de mortes foram associadas a infecções bacterianas resistentes (Murray et al., 2022), e a RAM tem o potencial de se tornar a principal causa de morte e de novas pandemias até 2050 (O'Neill, 2016).

A baixa diversidade genética nos modelos de produção ocorre devido à intensa seleção reprodutiva que favorece raças animais altamente produtivas (Zuidhof et al., 2014). Essa monotonia genética levou ao desaparecimento de genótipos diversificados (Taberlet et al., 2011) e ao desenvolvimento de animais mais suscetíveis a doenças, devido a um déficit na alocação de recursos metabólicos para a resposta imunológica (Beilharz, Luxford, and Wilkinson, 1993).

Além disso, a falta de um ambiente adaptado às necessidades dos animais limita a expressão dos comportamentos inatos da espécie e prejudica sua saúde (Albernaz-Gonçalves, Olmos, and Hötzel, 2022). A alta densidade animal a falta de enriquecimento ambiental e as práticas de manejo dolorosas sem analgesia são importantes fontes de baixo bem-estar animal em fazendas intensivas (Fu et al., 2024; Weerd e Ison, 2019). Esses exemplos mostram o grau de estresse e desconforto inerentes aos sistemas intensivos, resultando em estresse crônico, vulnerabilidade a doenças e uso excessivo e inadequado de antibióticos (Albernaz-Gonçalves, Olmos e Hötzel, 2022).

Para controlar a incidência de doenças nos rebanhos, há o uso terapêutico e preventivo de antibióticos (Bokma et al., 2014). Setenta por cento dos antibióticos produzidos mundialmente são utilizados na produção animal, com os principais países consumidores sendo China (45%), Brasil (8%) e Estados Unidos (8%) (Tiseo et al., 2020). O uso inadequado de antibióticos veterinários está associado a um maior risco de disseminação de RAM em humanos, animais e no meio ambiente (Ma et al., 2021). Portanto, é importante considerar o controle da RAM sob a perspectiva da Saúde Única, uma abordagem transdisciplinar que considera a interação intrínseca entre humanos, animais e o meio ambiente (Kelly et al., 2017).

Há também uma diferença importante nos impactos socioambientais decorrentes da pecuária entre espécies ruminantes e monogástricas. Primeiro, os ruminantes são os principais emissores de gases de efeito estufa e uma das principais fontes globais de emissões de metano (FAO, 2023). No entanto, deve-se destacar que os ruminantes criados em pastagens bem manejadas e diversificadas podem fornecer alimentos de alta qualidade, caracterizados por baixo custo de oportunidade, já que as pastagens não podem ser ingeridas por seres humanos. Em segundo lugar, nas pastagens naturais, a relação entre gado bovino, solo e plantas é uma fonte importante de serviços ambientais relacionados ao solo e à biodiversidade. Em terceiro lugar, os animais monogástricos são impulsionadores da erosão da biodiversidade, devido à sua dependência de produtos cultivados em paisagens agrícolas monótonas (Abramovay et al., 2023). Por fim, como a entrega massiva de seus produtos pressupõe sua concentração, é urgente melhorar os métodos que possam promover o desacoplamento entre essa concentração e os danos a que os animais estão sujeitos nas fazendas industriais atuais.

Os impactos negativos da produção animal têm sido sistematicamente justificados como inevitáveis devido à necessidade de fornecer alimentos de origem animal para o consumo humano. No entanto, esses argumentos não consideram que a oferta global de alimentos de origem animal excede os níveis recomendados em quase todas as regiões, exceto em algumas partes da África e Ásia (FAO, 2023; Berners-Lee et al., 2018). Além disso, as regiões onde há consumo excessivo de carne são também aquelas onde os alimentos ultraprocessados têm uma maior participação na

dieta (Laderchi et al., 2024). A redução do consumo de carne faz parte dos atuais esforços de saúde pública para diversificar os padrões alimentares, cada vez mais ameaçados pela monotonia.

Neste contexto, o papel do G20 é crucial na coordenação da implementação de políticas públicas nos países membros para buscar modelos de pecuária sustentáveis e viáveis, considerando o bem-estar animal, ambiental e humano.

Recomendações

As seguintes recomendações reconhecem os valores nutricionais e culturais dos alimentos de origem animal e são apoiadas por inúmeros Guias Alimentares que reforçam a necessidade de se reduzir o consumo excessivo de carnes, especialmente as carnes vermelhas e processadas.

Começamos enfatizando a importância de se reconhecer que não existe uma solução única para o diagnóstico. Em vez disso, é imperativo fundamentar quaisquer práticas e mudanças nos sistemas de produção animal nos princípios de sustentabilidade e de bem-estar animal.

Os governos devem se engajar ativamente nas transições dos sistemas alimentares em direção à diversificação das dietas contemporâneas (World Economic Forum, 2023). Estabelecer uma estrutura de intercâmbio de conhecimento entre as partes interessadas é essencial para esse propósito. Essa estrutura deve facilitar um fluxo contínuo de informações, adotando abordagens de baixo para cima e de cima para baixo. Esse intercâmbio deve ser inclusivo, permitindo o compartilhamento de percepções, experiências e melhores práticas de diversas comunidades de conhecimento em todos os níveis de governança, incluindo organizações de base, comunidades locais e governos nacionais. Ao promover a colaboração e o aprendizado mútuo, tal estrutura pode aproveitar a sabedoria e a experiência coletiva necessárias para enfrentar desafios globais complexos de forma eficaz.

- 1. Melhorar os padrões de bem-estar animal:** Para isso, sugere-se uma abordagem dupla. Primeiramente, os princípios de bem-estar animal devem ser totalmente integrados às

políticas agrícolas. Isso requer o estabelecimento de regulamentações claras para garantir a proteção dos animais em todas as etapas de produção. Em segundo lugar, os esforços devem se concentrar em melhorar e modernizar a produção pecuária, ancorada na ciência consolidada do bem-estar animal. Isso inclui melhorar as condições de vida dos animais, minimizar o estresse e implementar práticas de manejo e abate humanitárias, o que implica na gradual desintensificação dos sistemas de produção animal. Exemplos que podem ser priorizados incluem a proibição de gaiolas, redução das densidades de estocagem, fornecimento de enriquecimento ambiental, promoção de práticas de manejo que permitam aos animais expressar comportamentos naturais importantes. Avaliar a relação custo-benefício dessas políticas é crucial. Embora investimentos iniciais possam ser necessários, os benefícios a longo prazo superam os custos. Além disso, priorizar o bem-estar animal fortalece o pilar social da sustentabilidade ao contribuir para um sistema alimentar resiliente e responsável.

2. Promover e apoiar sistemas sustentáveis de produção de gado bovino: Para reduzir os danos causados pelos sistemas de produção de ruminantes, os membros do G20 devem promover ações que levem a uma grande redução nas áreas de pastagens encontradas em florestas tropicais, ao mesmo tempo em que melhoram o manejo das pastagens atuais por meio de tecnologias de intensificação moderada. Isso pode resultar na regeneração da biodiversidade e na redução drástica das emissões de metano provenientes da pecuária. Deve-se dar prioridade à diversificação das pastagens, à introdução de plantas leguminosas nas pastagens e à adoção e desenvolvimento de sistemas silvipastoris. Essa intensificação moderada pode ajudar a aumentar a produtividade, restaurar a biodiversidade, melhorar a conectividade dos habitats, capturar carbono por meio da regeneração do solo e melhorar o bem-estar animal.

3. Reduzir o uso de antibióticos na pecuária: Promulgar e aplicar a legislação destinada a facilitar a transição de sistemas de produção animal que dependem fortemente de antibióticos para maximizar a produtividade para sistemas que priorizam o bem-estar animal e a sustentabilidade ambiental. Limitar o uso de antibióticos apenas para fins terapêuticos e bani-los como promotores de crescimento em todo o mundo. Essas medidas devem ser reforçadas pela melhoria do acesso a serviços veterinários de alta qualidade, aumentando a vigilância de doenças animais e do uso de

antimicrobianos (AMU), ampliando a cobertura vacinal, implementando medidas preventivas adicionais e educando as partes interessadas sobre o uso responsável de antimicrobianos e sobre a RAM. É possível aprender com os países que já fizeram progressos significativos na redução do AMU na produção pecuária, sem comprometer as atividades produtivas. Políticas e ações transformadoras devem reconhecer que a indústria precisa arcar com parte do custo associado às mudanças, em vez de repassá-los exclusivamente aos consumidores e produtores. Também é imperativo integrar os princípios de Saúde Única e bem-estar animal nas discussões e políticas de pecuária em todos os níveis. Essa integração deve envolver a capacitação das partes interessadas para garantir uma implementação eficaz e resultados sustentáveis. Isso incluiria, entre outros fatores, o acesso a conjuntos de dados abertos com informações sobre o uso de antibióticos em todo o mundo.

4. Promover dietas sustentáveis: Avançar na equidade no consumo de alimentos de origem animal e outros alimentos frescos e saudáveis (por exemplo, vegetais, frutas, leguminosas). As políticas devem abordar as disparidades no consumo, levando em consideração tanto o excesso quanto a ingestão inadequada em várias regiões e grupos socioeconômicos. Medidas essenciais incluem o fortalecimento da disseminação e adoção de Guias Alimentares voltadas para a diversificação das dietas. Tais diretrizes enfatizam a importância do consumo de alimentos frescos e minimamente processados de origem vegetal, ao mesmo tempo em que defendem a redução do consumo excessivo de carne vermelha e, particularmente, a restrição no consumo de alimentos ultraprocessados.

5. Promover a soberania alimentar: Envolvendo o direito das pessoas de acessar alimentos saudáveis e culturalmente apropriados produzidos de forma sustentável. A soberania alimentar deve ser incorporada ao pilar social da sustentabilidade, promovendo sistemas de produção justos. Para avançar nesse objetivo, defende-se o desenvolvimento e apoio a cadeias curtas de abastecimento e redes agrícolas locais. Essas iniciativas facilitam conexões diretas entre consumidores e produtores locais, promovendo o consumo de produtos frescos, sazonais produzidos localmente.

6. Redirecionar subsídios agrícolas: Redirecionar subsídios públicos agrícolas de alimentos básicos destinados ao consumo animal para produtos, sistemas e práticas que regenerem a biodiversidade e forneçam dietas saudáveis e diversificadas. Isso inclui a agricultura orgânica, a pecuária a pasto, as práticas agroecológicas, as comunidades locais e os pequenos agricultores. No que se refere aos alimentos básicos, o apoio à sua produção deve ser condicionado à sua capacidade de regenerar serviços ecossistêmicos, especialmente a biodiversidade do solo.

7. A transformação ecológica do sistema alimentar global exige uma maior adoção de rações animais com baixos custos de oportunidade: Para a produção de bovinos, pastagens bem manejadas, empregando intensificação moderada, são um meio de alcançar esse objetivo. Nas indústrias de aves e suínos, há uma necessidade urgente de avançar na pesquisa de tecnologias que reduzam a densidade animal e obtenham menores custos de oportunidade para a ração animal.

Projeção de resultados

- Reduzir o uso de antibióticos e o consumo de alimentos de origem animal reduzirá simultaneamente o atual crescimento de mortes devido à RAM e às doenças crônicas não transmissíveis.
- Diversificar o sistema agroalimentar ajudará a reduzir sua atual contribuição nas emissões de gases de efeito estufa, melhorar a biodiversidade e mitigar a pandemia global de obesidade, que é impulsionada principalmente pelo consumo crescente de produtos ultraprocessados.

Alguns *trade-offs* também devem ser considerados:

- As políticas voltadas para a redução do consumo de alimentos de origem animal devem ser acompanhadas por medidas compensatórias, como descontos e maior disponibilidade de alimentos frescos ou minimamente processados de origem vegetal. Essa abordagem é vital para evitar que o aumento dos custos de vida afete negativamente os grupos de baixa renda e para evitar a substituição de alimentos de origem animal por alimentos ultraprocessados.

- "Soluções tecnológicas" para a pecuária (como o aumento da intensidade, da uniformidade e da densidade dos sistemas industriais) e as "proteínas alternativas", que surgem a partir de recomendações para reduzir o consumo de alimentos de origem animal e recebem investimentos privados crescentes, tendem a ignorar os riscos de reforçar as dinâmicas atuais dos sistemas alimentares (como a dependência de ingredientes derivados de monoculturas e o uso intensivo de energia no ultraprocessamento de produtos à base de plantas e alternativas à carne, que são ultraprocessados).
- A transição para sistemas de produção sustentáveis e a redução do consumo de alimentos de origem animal podem impactar negativamente os meios de subsistência dos produtores, particularmente os pequenos produtores, se essa transição se basear em formas caras de rastreabilidade e rotulagem de produtos. Agricultores familiares devem ser informados e preparados profissionalmente para enfrentar os desafios das mudanças de mercado que a transformação ecológica do sistema agroalimentar implica.
- Crédito, seguros e subsídios, atualmente focados em uma gama limitada de produtos básicos em todo o mundo, devem ser redirecionados para apoiar a diversificação, o potencial regenerativo das tecnologias de produção e o valor nutricional dos produtos agrícolas e de origem animal, bem como o bem-estar dos animais, conforme recomendado pela perspectiva de Saúde Única.
- O principal desafio enfrentado pela desintensificação está no período em que as técnicas convencionais são abandonadas e novos procedimentos são adotados. O G20 deve fortalecer o esforço vindo de organizações como o CGIAR e o Fórum Econômico Mundial para apoiar essa transição e direcionar recursos financeiros para sua implementação.
- A implementação das recomendações acima mencionadas deve ser cuidadosamente planejada e realizada de forma gradual. Entre outros fatores, a capacitação técnica no campo é essencial para que as mudanças sugeridas possam ser efetivamente adotadas nos estabelecimentos agrícolas, minimizando perdas econômicas para os produtores rurais.

APÊNDICE

REFERÊNCIAS

Geneva Environment Network. 2024. “Antimicrobial Resistance and the Environment,” *Geneva Environment Network*, February 13, 2024, <https://www.genevaenvironmentnetwork.org/resources/updates/antimicrobial-resistance-and-the-environment/>.

Abramovay, Ricardo, Ana P. B. Martins, Nadine Nunes-Galbes, Estela C. Sanseverino, Luiza Lage, and Juliana Tângari, 2023, “Promoting Diversity in Agricultural Production Towards Healthy and Sustainable Consumption”. *T20 Policy Brief*. <https://t20ind.org/research/promoting-diversity-in-agricultural-production/>.

Albernaz-Gonçalves, Rita, Gabriela Olmos Antillón, and Maria José Hötzel. 2022. “Linking Animal Welfare and Antibiotic Use in Pig Farming—A Review.” *Animals* 12, no 2: 1–21. <https://doi.org/10.3390/ani12020216>.

Beilharz, R., B. Luxford, and J. Wilkinson. 1993. “Quantitative Genetics and Evolution: Is Our Understanding of Genetics Sufficient to Explain Evolution?” *Journal of Animal Breeding and Genetics* 110 (1–6): 161–70. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.1993.tb00728.x>.

Berners-Lee, Mike, Cara Kennelly, Rosie Watson, and Charles N. P. Hewitt. 2018. “Current Global Food Production Is Sufficient to Meet Human Nutritional Needs in 2050 Provided There Is Radical Societal Adaptation.” *Elementa Science Anthrope* 6, no 52: 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1525/elementa.310>.

Bokma, Martien, Nico Bondt, Francesca Neijenhuis, Dik Mevius, and Stephanie Ruiter. 2014. “Antibiotic Use in Brazilian Broiler and Pig Production: An Indication and Forecast of Trends.” *Wageningen UR Livestock Research*. <http://edepot.wur.nl/297414>.

FAO. 2023. “Pathways towards Lower Emissions - A Global Assessment of the Greenhouse Gas Emissions and Mitigation Options from Livestock Agrifood Systems.” *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/cc9029en>.

Fu, Yuechi, Jiaying Hu, Huanmin Zhang, Marisa A. Erasmus, Timothy A. Johnson, and Heng-wei Cheng. 2024. “The Impact of Early-Life Cecal Microbiota Transplantation on Social Stress and Injurious Behaviors in Egg-Laying Chickens.” *Microorganisms* 12, no 471: 1–26. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12030471>.

Kelly, Terra, William B. Karesh, Christine K. Johnson, Kirsten Gilardi, Simon Antony, Tracey Goldstein, Sarah Olson, Catherine Machalaba, and Joanna Mazet. 2017. “One Health Proof of Concept: Bringing a Transdisciplinary Approach to Surveillance for Zoonotic Viruses at the Human-Wild Animal Interface.” *Preventive Veterinary Medicine* 137: 112–18. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.11.023>.

Laderchi, R. Caterina, Hermann Lotze-Campen, Fabrice DeClerck, Benjamin Bodirsky, Quitterie Collignon, Michael Crawford, Simon Dietz.*et al.* 2024. “The Economics of the Food System Transformation” *Food System Economics Commission*: https://foodsystemeconomics.org/wp-content/uploads/FSEC-Global_Policy_Report.pdf.

Ma, Feiyang, Shixin Xu, Zhaoxin Tang, Zekun Li, and Lu Zhang. 2021. “Use of Antimicrobials in Food Animals and Impact of Transmission of Antimicrobial Resistance on Humans.” *Biosafety and Health* 3, no 1: 32–38. <https://doi.org/10.1016/j.bsheal.2020.09.004>.

Mottet, Anne, Cees de Haan, Alessandra Falcucci, Giuseppe Tempio, Carolyn Opio, and Pierre Gerber. 2017. “Livestock: On Our Plates or Eating at Our Table? A New Analysis of the Feed/Food Debate.” *Global Food Security* 14 (January 2016): 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001>.

Murray, Christopher, Kevin S. Ikuta, Fablina Sharara, Lucien Swetschinski, Gisela R. Aguilar, Authia Gray, Chieh Han, *et al.* 2022. “Global Burden of Bacterial Antimicrobial Resistance in 2019: A Systematic Analysis.” *The Lancet* 399 (10325): 629–55. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0).

O’Neill, Jim. 2016. “Tackling Drug-Resistant Infections Globally: Final Report and Recommendations.” *Review on Antimicrobial Resistance* 7. <https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2016-05/apo-nid63983.pdf>.

Taberlet, Pierre, Eric Coissac, Johan Pansu, and Francois Pompanon. 2011. “Conservation Genetics of Cattle, Sheep, and Goats.” *Comptes Rendus - Biologies* 334, no. 3: 247–54. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2010.12.007>.

Tiseo, Katie, Laura Huber, Marius Gilbert, Timothy P. Robinson, and Thomas P. Van Boeckel. 2020. “Global Trends in Antimicrobial Use in Food Animals from 2017 to 2030.” *Antibiotics* 9, no 12: 1–14. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9120918>.

Weerd, Heleen, and Sarah Ison. 2019. “Providing Effective Environmental Enrichment to Pigs: How Far Have We Come.” *Animals* 9, no. 5 (254): 1–22. <https://doi.org/10.3390/ani9050254>.

World Economic Forum. 2023. “Transforming the Global Food System for Human Health and Resilience. Insight Report.” <https://www.weforum.org/publications/transforming-the-global-food-system-for-human-health-and-resilience/>.

Zuidhoff, Martin J., Brenda L Schneider, Valerie Carney, Douglas R. Korver, Frank E. Robinson. 2014. “Growth, Efficiency, and Yield of Commercial Broilers from 1957, 1978, and 2005.” *Poultry Science* 93, no. 12: 2970–82. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04291>.