



ISSN 2215-2202

AGRONOMÍA COSTARRICENSE

REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost>




Análisis y comentario


Biobancos animales en Costa Rica: gobernanza, acceso a recursos genéticos y retos para el bioderecho*


Anthony Valverde-Abarca^{1/**}, José Andrés González-Miranda², Xiomara Mata³, Francisco Sevilla-Benavides⁴, Martha Calderón-Ferrey⁵

*Este trabajo formó parte del proyecto de investigación VIE-2151-083 “Optimización de la conservación y búsqueda de parámetros de la fertilidad en espermatozoides de animales de interés productivo” inscrito en la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE) del Instituto Tecnológico de Costa Rica, y del trabajo multidisciplinar de la Red Costarricense de Bioética, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.


**Autor para correspondencia. Correo electrónico: anvalverde@tec.ac.cr

¹Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), Escuela de Agronomía, Laboratorio de Reproducción Animal, Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Sostenible del Trópico Húmedo, Campus Tecnológico Local San Carlos, Apdo. Postal 223-21002, Alajuela, Costa Rica. 

²Universidad de Costa Rica, Maestría en Gerencia Agroempresarial, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, San José, Costa Rica. 

³Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), Escuela de Agronomía, Laboratorio de Reproducción Animal, Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Sostenible del Trópico Húmedo, Campus Tecnológico Local San Carlos, Apdo. Postal 223-21002, Alajuela, Costa Rica. 

⁴Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia, Doctorado en Ciencias Naturales de para el Desarrollo (DOCINADE), Alajuela, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), Escuela de Agronomía, Laboratorio de Reproducción Animal, Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Sostenible del Trópico Húmedo, Campus Tecnológico Local San Carlos, Apdo. Postal 223-21002, Alajuela, Costa Rica. 

⁵Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ciencias Sociales, Campus Tecnológico Central Cartago, Apdo. Postal 159-7050, Alajuela, Costa Rica. 

DOI: <https://doi.org/10.15517/bqh8bd23>

Recibido el 08 de abril del 2025; Aceptado el 16 de setiembre del 2025

Resumen

Introducción. El concepto de biobanco abarca colecciones organizadas de material biológico (tejidos, fluidos, células y ADN) y sus datos con propósitos de investigación, tanto en seres humanos como en animales. En Costa Rica, el desarrollo de colecciones *ex situ* en universidades, centros públicos y privados contrasta con vacíos normativos y operativos en materia de gobernanza, custodia, intercambio de biomateriales y datos, así como distribución justa de beneficios. **Objetivo.** El presente trabajo pretende analizar los principios y desafíos éticos y jurídicos relacionados con los biobancos animales en el marco del bioderecho. **Metodología.** Se revisó la literatura reciente en bases de datos Scopus y Web of Science para determinar el estado del conocimiento en biobancos animales y la legislación sobre estos. **Análisis.** El desarrollo de los biobancos ha sido impulsado por la evolución de las ciencias ómicas y el surgimiento de grandes bases de datos electrónicas.

Sin embargo, persisten desafíos como la limitada infraestructura digital, la falta de políticas claras de gestión de datos y la escasa disposición de algunos investigadores para compartir información. Estos obstáculos varían entre disciplinas científicas e, incluso, afectan de manera desigual a investigadores jóvenes. El principio de comunidad y el de desinterés inspiran la obligación ética de promover el intercambio de datos, pero se contraponen a consideraciones de propiedad intelectual y competitividad. En biobancos animales, su potencial incluye investigación biomédica para enfermedades humanas, mejoramiento genético y reproductivo y gestión de brotes zoonóticos. No obstante, se requieren enfoques éticos y legales y una gobernanza clara para optimizar su utilidad. **Conclusión.** Aunque existen convenios, declaraciones universales y tratados internacionales, en Costa Rica no existe una regulación directa sobre los biobancos animales, por lo que es necesario que haya legislación sobre esta materia, ya que existen biobancos establecidos a nivel nacional.

Palabras clave: biomaterial; bioética; zootecnia; recursos animales; ganado.

Analysis and comment

Abstract

Animal biobanks in Costa Rica: Governance, access to genetic resources, and challenges for biolaw

Introduction. The concept of a biobank encompasses organized collections of biological material (tissues, fluids, cells, and DNA) and associated data for research purposes in both humans and animals. In Costa Rica, the development of ex situ collections within universities and public and private institutions contrasts with existing regulatory and operational gaps related to governance, custodianship, exchange of biomaterials and data, and the fair distribution of benefits. **Objective.** This study aims to analyze the ethical and legal principles and challenges associated with animal biobanks within the framework of biolaw. **Methodology.** A review of recent literature was conducted using the Scopus and Web of Science databases to determine the current state of the art in animal biobanks and the legislation governing them. **Analysis.** The development of biobanks has been driven by advances in the omics sciences and the emergence of large electronic databases. However, significant challenges persist, including limited digital infrastructure, the absence of clear data management policies, and the reluctance of some researchers to share information. These obstacles vary across scientific disciplines and disproportionately affect early-career researchers.

The principles of communality and disinterestedness underpin the ethical obligation to promote data sharing, yet they often conflict with considerations of intellectual property and scientific competitiveness. In the context of animal biobanks, their potential applications include biomedical research on human diseases, genetic and reproductive improvement, and the management of zoonotic disease outbreaks. Nevertheless, robust ethical and legal approaches and clear governance frameworks are required to maximize their utility. **Conclusion.** Although conventions, universal declarations, and international treaties exist, Costa Rica lacks specific regulations governing animal biobanks. Therefore, dedicated legislation in this area is necessary, particularly given the existence of established animal biobanks at the national level.

Keywords: biomaterial; bioethics; animal husbandry; animal resources; cattle.

Introducción

El término biobanco se relaciona con el resguardo de grandes colecciones de material biológico debidamente organizado como muestras de tejido, biopsias quirúrgicas, muestras de sangre y suero, semen, células y ADN, con propósitos de investigación (Porteri 2015). Diversos sinónimos se utilizan para caracterizar los biobancos, como almacenamiento biológico, depósito biológico, centros de recursos biológicos, colección biológica. Este último concepto se ha relacionado directamente con el desarrollo de la biología como ciencia desde el siglo XVII con su principal exponente Carl Linnaeus, quien desarrolló una de las colecciones biológicas más importantes para la Botánica y, con ello, aportó un método de clasificación de plantas, utilizado en la actualidad, y sentó las bases para la estructuración de los jardines botánicos con propósitos de conservación e investigación (Charmantier y Müller-Wille 2014).

En la actualidad, otros centros de investigación preservan colecciones especializadas de microorganismos, no obstante, la mayor parte de estas no son de acceso abierto (Hurtado-Ortiz *et al.* 2019). Por tanto, las colecciones a pequeña escala (por ejemplo, una colección individual, que se almacena en un refrigerador privado de un grupo de investigación particular dentro de un proyecto específico) o gran escala. Por ejemplo, el biobanco nacional del Reino Unido (Sudlow *et al.* 2015) se pueden considerar biobancos. Otras personas autoras han extendido el concepto de biobanco más allá de las estrictas muestras biológicas humanas y datos sobre el almacenamiento de información relacionada con la medicina, aspectos sociales, familiares, genealógicos y genéticos (McGill University and Genome y Quebec Innovation Centre 2022).

Un biobanco debe tener algunas características generales para ser considerado como tal. Inicialmente, debe almacenar obligatoriamente material biológico como tejidos, fluidos, células y ADN. El origen del material biológico puede ser variable e incluir diversas especies de plantas, animales y hasta microorganismos (Malsagova *et al.* 2020).

Diversos organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la Comunidad Internacional de Repositorios Biológicos y Ambientales (ISBER) y la Comisión Europea (CE) definen el concepto de biobancos y su relación con el almacenamiento organizado de material biológico, datos e información relacionada para el uso científico (Zika *et al.* 2010). En la última década, ha habido un desarrollo amplio de las ciencias ómicas (genómica, transcriptómica, proteómica, metabolómica), que se caracterizan por estudiar varias colecciones de moléculas, procesos biológicos o funcionales y estructuras biológicas como sistemas (Keusch 2006), lo que ha significado un avance importante en el desarrollo de los biobancos con fines de investigación científica. Se han creado grandes bases de datos electrónicas que almacenan volúmenes de información para el desarrollo de la ciencia de datos (*big data*) y, de forma paralela, el avance de nuevas técnicas biomédicas y biotecnológicas (Carey *et al.* 2016).

La rapidez con la que se comparten fuentes de información, biomateriales, datos biológicos y artículos publicados, han sido factores claves para la promoción de nuevos biobancos (Adhikari *et al.* 2020), lo que conlleva a la respuesta de diferentes preguntas de investigación importantes para el establecimiento de políticas y el manejo de situaciones de salud pública (Lipsitch *et al.* 2020, Yuen *et al.* 2020). Por tanto, es evidente que el intercambio de información, biomateriales y datos es importante como mecanismo para atender eficientemente amenazas en la salud pública o para el avance científico en general. Sin embargo, es necesario una clara orientación en relación con la forma y el contexto apropiado, mediante el cual se pueden compartir las diferentes formas de información almacenada. Adicionalmente, se debe explorar ampliamente el entorno y los principios éticos y morales del intercambio de información en el quehacer o la práctica científica (Langat *et al.* 2011).

Además de la información *per se* que se puede extraer de las muestras biológicas almacenadas, se debe disponer de una infraestructura de bases de datos que permita almacenar grandes volúmenes de información (Lehmann *et al.* 2012). Sin embargo, a pesar de los diversos esfuerzos internacionales por implementar políticas para la conservación de datos (National Science Foundation 2010, Howison y Bullard 2016), proveer infraestructura adecuada para la promoción de los datos compartidos desde los biobancos y la suscripción a la filosofía de compartir información en beneficio del avance de la ciencia y del bien común, el intercambio y el acceso libre no se ha generalizado en todas las áreas de la ciencia (Fecher *et al.* 2015), ni dominios científicos (Tenopir *et al.* 2015).

Existen debilidades operativas en los biobancos como una infraestructura digital poco robusta o con carencias, fallas en el cumplimiento de políticas de gestión de datos e información, y poco compromiso sobre el intercambio de datos entre investigadores (Wallis *et al.* 2013); esta problemática varía entre disciplinas de investigación (Khan *et al.* 2023). Además, parece que existen inconsistencias en la manera de actuar respecto a favorecer el intercambio de datos entre los investigadores jóvenes, lo que sugiere desigualdades en el cumplimiento de las políticas de intercambio (Tenopir *et al.* 2015). Algunas personas autoras argumentan que, al no existir políticas claras sobre la gestión de datos almacenados en los biobancos, queda a criterio de los propios investigadores la interpretación y aplicación práctica de las políticas de intercambio (Darch y Knox 2017, Langat *et al.* 2011, van Panhuis *et al.* 2014, Guttmacher *et al.* 2009), y el cumplimiento mínimo de esta políticas no garantiza que las fuentes de información como datos o códigos abiertos, sean accesibles o reutilizables por otros científicos (Zimmerman 2008). El presente trabajo pretende analizar los principios bioéticos relacionados con los biobancos en entornos de acceso abierto a la información científica. El presente trabajo pretende analizar los principios y desafíos éticos y jurídicos relacionados con los biobancos animales en el marco del bioderecho.

Aspectos ético-legales de los biobancos animales

Como resultado del desarrollo de los biobancos, se ha generado un nuevo campo de acción que va más allá de la infraestructura, recolección, almacenamiento, distribución y utilización (Malsagova *et al.* 2020). Es necesario una regulación en este sentido de acuerdo con los problemas sociales, legales y éticos que se pueden presentar durante el desarrollo de los biobancos. El consentimiento informado es fundamental, pues las personas pueden voluntariamente aportar sus muestras biológicas para determinados estudios científicos, pero los distintos ordenamientos jurídicos pueden establecer restricciones por lo que los biobancos deben ser capaces de identificar las muestras que se tienen almacenadas y determinar cuáles pueden utilizarse sin restricción para estudios específicos.

Algunos principios éticos que se pueden aplicar a la práctica científica son: el principio de comunidad, que sugiere que los datos biológicos dentro de un biobanco no pertenecen a un investigador individual ni a un grupo de investigadores, sino que deben ser accesibles para toda la comunidad científica, con el debido respeto al anonimato cuando corresponda; y el principio de desinterés, que indica que los científicos no deben perseguir su propio interés a expensas de los intereses de la comunidad científica.

En relación con el fenómeno de intercambio en la ciencia, se promueve que los investigadores no acumulen datos deliberadamente o retengan códigos escritos por ellos y que estos puedan ser utilizados por otros para que la investigación científica pueda avanzar más rápidamente (Darch y Knox 2017).

Un elemento que continúa en debate en el bioderecho es la distinción entre la propiedad, la custodia y el control del uso del biomaterial. En Costa Rica, la Ley de Biodiversidad establece soberanía estatal sobre los elementos de la biodiversidad y regula el acceso a elementos bioquímicos y genéticos, donde se incluyen los recursos genéticos animales domésticos, mediante la Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad (CONAGEBIO) y su normativa reglamentaria (Ley N.º 7788, CONAGEBIO 2003/2007). En este marco, la institución que almacena una muestra puede actuar como custodia y no necesariamente como propietaria plena, especialmente cuando existen condiciones de acceso y uso impuestas por permisos o acuerdos. En este punto del debate, conviene recordar que la obligatoriedad de la responsabilidad ética depende de la subjetividad de una persona concreta, ya que el reproche del colectivo científico no siempre coacciona al cumplimiento. Distinto es cuando la obligación es de naturaleza legal, pues en ese caso, al ser impuesta por un ente superior: el Estado, quien cuenta con el poder coercitivo suficiente para imponer sus mandatos, el desacato de una obligación conlleva una sanción efectiva (Newhouse 2023).

Biobancos en animales

Si bien en la última década los biobancos con material biológico humano han impulsado significativamente las actividades científicas constituyéndose en un recurso fundamental para la investigación con el objetivo de mejorar la salud pública (Simeon-Dubach y Watson 2014, Vaught 2016). En el caso de biomateriales animales, los biobancos están menos desarrollados. El primero del que se tenga conocimiento fue un biobanco de muestras porcinas que surgió como modelo animal para estudiar la diabetes humana, publicado en *Nature* en 2015 con el título *Inside the first pig biobank* (Abbott 2015). Desde entonces, el crecimiento de los biobancos animales no ha tenido el crecimiento acelerado como en el caso de los biobancos humanos, sin embargo, existen proyectos desarrollándose con recursos marinos, microbianos y algunos biobancos que utilizan como modelo de experimentación el ratón (Science and Technology Facilities Council 2016).

Los biobancos no humanos más desarrollados posiblemente han sido los que se han dedicado a las colecciones de materiales de historia natural, debido a la labor sustantiva de recolección, catalogación y almacenamiento de especímenes. Los repositorios de biodiversidad se encuentran dentro de la Red Global de biodiversidad del Genoma (*The Global Genome Biodiversity Network*, GGBN), que tienen como función mejorar la accesibilidad de materiales y muestras han registrado muy pocos registros de especies domésticas tradicionales en los repositorios de la GGBN (Droege *et al.* 2014).

Los biobancos animales, aunque están menos desarrollados con respecto a los humanos, se pueden encontrar de manera menos formalizada en diversas instituciones como hospitales veterinarios, zoológicos, empresas de genética y reproducción, bancos de recursos zoogenéticos de animales de granja, institutos de investigación y universidades (Groeneveld *et al.* 2016). Otros biobancos no humanos funcionan como modelos animales para el estudio e investigación de enfermedades humanas (Álvarez-Gonçalves *et al.* 2015). Por ejemplo, el perro (*Canis familiaris*) ha demostrado ser un excelente modelo para el estudio de mapeos genéticos relacionados con trastornos simples y complejos dada la estructura de raza y las múltiples condiciones genéticas presentadas en esta especie (Lindblad-Toh *et al.* 2005). Los biobancos caninos son muy útiles para estudio de enfermedades humanas al disponer de muestras de ADN y tejidos con afecciones de interés para la medicina humana (Groeneveld *et al.* 2016).

Paralelamente también contribuyen al desarrollo de la producción de proteína animal y la gestión sostenible de los recursos naturales. En el caso de especies ganaderas, los biobancos de genes surgieron con el advenimiento de las técnicas de reproducción asistida como la inseminación artificial, la criopreservación de gametos (ovocitos y espermatozoides) y la conservación de embriones. El desarrollo de la selección genómica mediante polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) a lo largo del genoma para predecir el mérito genético de los animales reproductores ha sido posible debido a los biobancos que almacenan biomateriales utilizados en la cría de animales (Meuwissen *et al.* 2001, Hayes *et al.* 2013). Los métodos convencionales de mejora genética han evolucionado junto con métodos moleculares basados en selección genómica de animales con un alto valor genético poblacional. En el caso de la industria lechera, los toros poseen grandes volúmenes de información de hijas evaluadas con datos de rendimientos productivos, lo que puede permitir caracterizar el valor genético de los futuros padres mediante selección genómica y con el apoyo de biobancos de empresas genéticas que almacenan muestras de ADN o semen de los toros candidatos.

Esta asociación entre la información fenotípica y la generada desde los biobancos, gracias a la genética molecular y las técnicas de reproducción asistida ha permitido incrementar la tasa de respuesta genética en características que resultaban costosas de mejorar mediante métodos convencionales como la eficiencia alimenticia o la fertilidad e, incluso, aquellas que adquieren creciente importancia en la producción ganadera sostenible como la producción de metano en rumiantes o la adaptación al cambio climático (Hayes *et al.* 2013).

Otra utilidad de los biobancos animales se refiere a la lucha contra las enfermedades y las zoonosis de particular importancia en la salud pública. El acceso a muestras de especies que actúan como reservorios o vectores de enfermedades puede facilitar el trabajo de investigación del personal durante brotes infecciosos inesperados. La labor sustantiva del biobanco al recolectar, almacenar y tener identificados parásitos, patógenos y microorganismos en muestras biológicas es fundamental (DiEuliis *et al.* 2016). Los biobancos animales se deben fortalecer debido a las múltiples aplicaciones y utilidades futuras en la salud humana y animal, así como la mejora de la producción de alimentos de manera concomitante con la implementación de nuevas técnicas biotecnológicas y genéticas (Cong *et al.* 2013).

Gestión de los biobancos animales

Existen algunos criterios morales que respaldan el deber de compartir datos entre la comunidad científica (Cordel 2011, Valverde 2026), como, por ejemplo, a) la propiedad de los datos puede ampliarse para incluir al público que los financia con impuestos; b) es imperativo maximizar los beneficios sociales de la investigación; y c) la naturaleza colaborativa de la ciencia contemporánea exige el intercambio de datos.

En oposición, se pueden argumentar los siguientes puntos: a) es propiedad de los científicos los datos que generan, b) la práctica de intercambio puede colocar en desventaja comparativa a los investigadores, esto es que se puede constituir una ventaja injusta para quienes no se esforzaron en su creación y c) va en contra de la cultura de la ciencia (Langat *et al.* 2011). Al analizar estos argumentos, sobresalen elementos de propiedad privada, equidad, distribución equitativa de beneficios y cargas, así como ética científica. El proceso de obtención de datos científicos es costoso y los investigadores realizan esfuerzos importantes de tiempo, recursos y creación intelectual. Como resultado de este proceso de trabajo, se les reconoce los derechos intelectuales, patrimoniales y morales, por lo que pueden reclamarlos como su propiedad y el espíritu de investigación favorecería la libertad para disponer de esta como mejor les parezca, y no permitir el acceso sin permiso o pago.

El intercambio de datos se haría en términos mutuamente acordados y contractuales, donde el propietario posiblemente se reserva los derechos sobre su uso futuro (Schwalbe *et al.* 2020).

Con un adecuado documento de consentimiento informado que garantice muestras biológicas por parte de los donantes, o los tutores de los animales que aportan las muestras biológicas, el concepto del “deber” de compartir información relacionada lleva implícita la responsabilidad ética de que el autor o institución ponga los datos a disposición pública. Algunos afirman que es un deber positivo que los datos, producto de las investigaciones, estén disponibles de forma activa, mientras que es un deber negativo de abstenerse de evitar que otros lo hagan. El positivo puede superar cualquier consideración que se oponga como, por ejemplo, el conflicto de intereses (Schwalbe *et al.* 2020). Estos criterios pueden estar interrelacionados, por ejemplo, la confianza puede reforzarse mediante el empoderamiento de los usuarios para que puedan abordar algunos de los riesgos asociados a la mejora del acceso y del intercambio. Asimismo, los intereses públicos y privados deben reflejarse en mecanismos de incentivos para asegurar su coherencia. En términos políticos, los marcos de gobernanza de muestras y datos flexibles, donde se decide con qué criterios y bajo qué controles se recolectan, almacenan y comparten muestras y datos deberían considerar los diferentes tipos de datos y los contextos de su reutilización, al tiempo que hacen justicia a las especificidades culturales y de dominio público.

Las consideraciones éticas tienen un rol fundamental en la configuración del comportamiento de los investigadores que utilizan los biobancos como fuente de información para generar el nuevo conocimiento (Kalleberg 2007). Estos suelen preocuparse por el impacto social, la distribución equitativa del crédito y la integridad del conocimiento generado. Por lo tanto, se puede suponer que las perspectivas éticas también tienen un papel importante en la toma de decisiones con respecto a las acciones que afectan el intercambio de datos, códigos e información. El estudio de estas perspectivas éticas puede permitir entender las voluntades de los investigadores de realizar el trabajo necesario para facilitar el intercambio real, utilizar la información disponible de manera que se cumpla el propósito de compartir los datos y la promoción de políticas e infraestructura.

Actualmente, la ciencia produce grandes cantidades de datos como resultado de la sociedad de conocimiento en la que se vive. Esta información producida por y sobre personas, plantea algunas preguntas no menores como: ¿podría mejorar nuestra calidad de vida en bienes y servicios el análisis masivo de datos? Los datos necesitan interpretarse, e independientemente del volumen de estos, pueden estar sujetos a limitaciones y sesgos. Por ello, es reconocido que el análisis de datos debe tener en cuenta inequívocamente los procesos metodológicos y diseños experimentales que subyacen al análisis de la información (Boyd y Crawford 2012).

Conclusiones

Los biobancos contribuyen con el avance científico-tecnológico, pero se requiere un marco ético y legal que equilibre los derechos de donantes (tutores de los animales y otros recursos), investigadores y sociedad. Constituyen una infraestructura fundamental para el progreso científico al facilitar la conservación y el manejo organizado de materiales biológicos y datos derivados de animales. Su consolidación demanda el establecimiento de marcos éticos y jurídicos claros que armonicen la propiedad intelectual, el bienestar animal y el deber de compartir información. Además, el consentimiento informado por parte de los tutores de los animales y la cooperación internacional se erigen como pilares para impulsar la investigación y salvaguardar la biodiversidad. La promoción de una cultura de intercambio de datos debe consolidarse para optimizar beneficios colectivos; sin embargo, su gobernanza exige regulación adecuada, transparencia y responsabilidad compartida. Los biobancos animales pueden convertirse en una plataforma estratégica para ciencia abierta, innovación agropecuaria y conservación de recursos genéticos locales, siempre que se fortalezcan gobernanza, calidad, bioseguridad y marcos de bioderecho que delimiten custodia, acceso y distribución de beneficios.

Agradecimientos

Las personas autoras agradecen a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE) del Instituto Tecnológico de Costa Rica por financiar este estudio mediante el proyecto de investigación VIE-2151-083 “*Optimización de la conservación y búsqueda de parámetros de la fertilidad en espermatozoides de animales de interés productivo*”. Se agradece también a la Dirección de Posgrados del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Conflicto de intereses

Las personas autoras declaran no tener ningún conflicto de interés.

Literatura citada

Abbott, A. 2015. Inside the first pig biobank. *Nature* 519(7544):397-398. DOI: <https://doi.org/10.1038/519397A>

Adhikari, SP; Meng, S; Wu, Y-J; Mao, Y-P; Ye, R-X; Wang, Q-Z; Sun, C; Sylvia, S; Rozelle, S; Raat, H; Zhou, H. 2020. Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period: A scoping review. *Infectious Diseases of Poverty* 9(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/S40249-020-00646-X>

Álvarez-Gonçalves, CV; Arellano, FE; Pérez Carrera, LA. 2015. Study techniques for the evaluation of DNA damage and its application in animal production. *SNS* 7:21-37.

Boyd, D; Crawford, K. 2012. Critical questions for Big Data. *Information, Communication & Society* 15(5):662-679. DOI: <https://doi.org/10.1080/1369118X.2012.678878>

Carey, DJ; Fetterolf, SN; Davis, FD; Faucett, WA; Kirchner, HL; Mirshahi, U; Murray, MF; Smelser, DT; Gerhard, GS; Ledbetter, DH. 2016. The Geisinger MyCode community health initiative: An electronic health record-linked biobank for precision medicine research. *Genetics in Medicine* 18(9):906-913. DOI: <https://doi.org/10.1038/gim.2015.187>

Charmantier, I; Müller-Wille, S. 2014. Carl Linnaeus's botanical paper slips (1767-1773). *Intellectual history review* 24(2):215-238. DOI: <https://doi.org/10.1080/17496977.2014.914643>

CONAGEBIO. 2003. Decreto Ejecutivo N.º 31514-MINAE: Normas Generales para el Acceso a los Elementos y Recursos Genéticos y Bioquímicos de la Biodiversidad. *Diario Oficial La Gaceta, Costa Rica*, (15 diciembre 2003).

CONAGEBIO. 2007. Decreto Ejecutivo N.º 33697-MINAE: Reglamento para el Acceso a los Elementos y Recursos Genéticos y Bioquímicos de la Biodiversidad en condiciones *ex situ*. *Diario Oficial La Gaceta, Costa Rica*. (18 abril 2007).

Cong, L; Ran, FA; Cox, D; Lin, S; Barretto, R; Habib, N; Hsu, PD; Wu, X; Jiang, W; Marraffini, LA; Zhang, F. 2013. Multiplex genome engineering using CRISPR/Cas systems. *Science (New York, N.Y.)* 339(6121):819-823. DOI: <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1231143>

Cordell, S. 2011. The Biobank as an Ethical Subject. *Health Care Analysis* 19(3):282-294. <https://doi.org/10.1007/S10728-011-0180-1>

Darch, PT; Knox, EJM. 2017. Ethical perspectives on data and software sharing in the sciences: A research agenda. *Library & Information Science Research* 39(4):295-302. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.LISR.2017.11.008>

DiEuliis, D; Johnson, KR; Morse, SS; Schindel, DE. 2016. Opinion: Specimen collections should have a much bigger role in infectious disease research and response. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113(1):4-7. DOI: <https://doi.org/10.1073/PNAS.1522680112>

Droege, G; Barker, K; Astrin, JJ; Bartels, P; Butler, C; Cantrill, D; Coddington, J; Forest, F; Gemeinholzer, B; Hobern, D; MacKenzie-Dodds, J; Ó Tuama, É; Petersen, G; Sanjur, O; Schindel, D; Seberg, O. 2014. The Global Genome Biodiversity Network (GGBN) Data Portal. *Nucleic acids research* 42(Database issue). DOI: <https://doi.org/10.1093/NAR/GKT928>

Fecher, B; Friesike, S; Hebing, M. 2015. What Drives Academic Data Sharing? *PLOS ONE* 10(2):e0118053. DOI: <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0118053>

Groeneveld, LF; Gregusson, S; Guldbbrandtsen, B; Hiemstra, SJ; Hveem, K; Kantanen, J; Lohi, H; Stroemstedt, L; Berg, P. 2016. Domesticated animal biobanking: Land of opportunity. *PLoS Biology* 14(7). DOI: <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PBIO.1002523>

Guttmacher, AE; Nabel, EG; Collins, FS. 2009. Why data-sharing policies matter. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(40):16894-16894. DOI: <https://doi.org/10.1073/PNAS.0910378106>

Hayes, BJ; Lewin, HA; Goddard, ME. 2013. The future of livestock breeding: Genomic selection for efficiency, reduced emissions intensity, and adaptation. *Trends in genetics: TIG* 29(4):206-214. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.TIG.2012.11.009>

Howison, J; Bullard, J. 2016. Software in the scientific literature: Problems with seeing, finding, and using software mentioned in the biology literature. *Journal of the Association for Information Science and Technology* 67(9):2137-2155. DOI: <https://doi.org/10.1002/ASI.23538>

Hurtado-Ortiz, R; Hébreu, A; Bégau, E; Bizet-Pinson, C. 2019. Implementation of the Nagoya Protocol within the Collection of Institut Pasteur (en línea). *Access Microbiology* 1(2):e000008. DOI: <https://doi.org/10.1099/ACMI.0.000008>

Kalleberg, R. 2007. A Reconstruction of the Ethos of Science. *Journal of Classical Sociology* 7(2):137-160. DOI: <https://doi.org/10.1177/1468795X07078033>

Keusch, G. T. (2006). What do -omics mean for the science and policy of the nutritional sciences? *The American Journal of Clinical Nutrition* 83(2):520S-522S. <https://doi.org/10.1093/AJCN/83.2.520S>

Khan, N; Thelwall, M; Kousha, K. 2023. Data sharing and reuse practices: Disciplinary differences and improvements needed. *Online Information Review* 47(6):1036-1064. DOI: <https://doi.org/10.1108/OIR-08-2021-0423>

Langat, P; Pisartchik, D; Silva, D; Bernard, C; Olsen, K; Smith, M; Sahni, S; Upshur, R. 2011. Is there a duty to share? Ethics of sharing research data in the context of public health emergencies. *Public Health Ethics* 4(1):4-11. DOI: <https://doi.org/10.1093/PHE/PHR005>

Lehmann, S; Guadagni, F; Moore, H; Ashton, G; Barnes, M; Benson, E; Clements, J; Koppandi, I; Coppola, D; Demiroglu, SY; Desouza, Y; De Wilde, A; Duker, J; Eliason, J; Glazer, B; Harding, K; Jeon, JP; Kessler, J; Kokkat, T; Nanni, U; Shea, K; Skubitz, A; Somiari, S; Tybring, G; Gunter, E; Betsou, F. 2012. Standard preanalytical coding for biospecimens: Review and implementation of the sample PREanalytical Code (SPREC). *Biopreservation and Biobanking* 10(4):366-374. DOI: <https://doi.org/10.1089/BIO.2012.0012>

Lindblad-Toh, K; Wade, CM; Mikkelsen, TS; Karlsson, EK; Jaffe, DB; Kamal, M; Clamp, M; Chang, JL; Kulbokas, EJ; Zody, MC; Mauceli, E; Xie, X; Breen, M; Wayne, RK; Ostrander, EA; Ponting, CP; Galibert, F; Smith, DR; deJong, ... Lander, ES. 2005. Genome sequence, comparative analysis and haplotype structure of the domestic dog (en línea). *Nature* 438(7069):803-819. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature04338>

Lipsitch, M; Swerdlow, D; Finelli, L. 2020. Defining the Epidemiology of Covid-19 - Studies Needed. *The New England journal of medicine* 382(13):1194-1196. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMP2002125>

Malsagova, K; Kopylov, A; Stepanov, A; Butkova, T; Sinitsyna, A; Izotov, A; Kaysheva, A. 2020. Biobanks—A platform for scientific and biomedical research. *Diagnostics* 10(7). DOI: <https://doi.org/10.3390/DIAGNOSTICS10070485>

McGill University and Genome; Quebec Innovation Centre. 2022. Project of the Centre of Genomics and Policy (en línea). Consultado 17 mar. 2022. Disponible en <https://p3g2.org/>

Meuwissen, THE; Hayes, BJ; Goddard, ME. 2001. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics* 157(4):1819-1829. DOI: <https://doi.org/10.1093/GENETICS/157.4.1819>

National Science Foundation. 2010. NSF data management plans (en línea). Consultado 19 oct. 2021. Disponible en https://www.nsf.gov/pubs/policydocs/pappguide/nsf11001/gpg_2.jsp#dmp

Newhouse, ME. 2023. Legal obligation, criminal wrongdoing, and necessity (en línea). *Canadian Journal of Law & Jurisprudence* 36(2):437-462. DOI: <https://doi.org/10.1017/CJLJ.2022.35>

Porteri, C. 2015. Management of the ethical aspects of a local mental diseases biobank for research purposes: The Italian experience. *International Library of Ethics, Law and Technology* 14:219-225. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-017-9573-9_15

Schwalbe, N; Wahl, B; Song, J; Lehtimaki, S. 2020. Data Sharing and Global Public Health: Defining what we mean by data. *Frontiers in Digital Health* 0:42. DOI: <https://doi.org/10.3389/FDGTH.2020.612339>

Science and Technology Facilities Council. 2016. ESFRI-European Strategy Forum on Research Infrastructures (en línea). Consultado 18 mar. 2022. Disponible en <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2010EGUGA..1215605P/abstract>

Simeon-Dubach, D; Watson, P. 2014. Biobanking 3.0: Evidence based and customer focused biobanking. *Clinical Biochemistry* 47(4-5):300-308. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.CLINBIOCHEM.2013.12.018>

Sudlow, C., Gallacher, J., Allen, N., Beral, V., Burton, P., Danesh, J., Downey, P., Elliott, P., Green, J., Landray, M., Liu, B., Mathews, P., Ong, G., Pell, J., Silman, A., Young, A., Sporsen, T., Peakman, T., Collins, R. (2015). UK biobank: an open access resource for identifying the causes of a wide range of complex diseases of middle and old age. *PLoS medicine* 12(3):e1001779. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001779>

Tenopir, C; Dalton, ED; Allard, S; Frame, M; Pjesivac, I; Birch, B; Pollock, D; Dorsett, K. 2015. Changes in data sharing and data reuse practices and perceptions among scientists worldwide. *PLOS ONE* 10(8):e0134826. DOI: <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0134826>

Valverde, A; González, JA; Sevilla, F; Calderón-Ferrey, M; Jiménez, G; Monge-Ureña, S; Araya-Zúñiga, I; González, R. 2026. Biobanks in open-access scientific research. *Ethics, Medicine and Public Health* 34:101222. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JEMEP.2025.101222>

van Panhuis, W; Paul, P; Emerson, C; Grefenstette, J; Wilder, R; Herbst, A; Heymann, D; Burke, D. 2014. A systematic review of barriers to data sharing in public health. *BMC Public Health* 14(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-1144>

Vaught, J. 2016. Biobanking Comes of Age: The transition to biospecimen science. *Annual review of pharmacology and toxicology* 56:211-228. DOI: <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-PHARMTOX-010715-103246>

Wallis, JC; Rolando, E; Borgman, CL. 2013. if we share data, will anyone use them? Data sharing and reuse in the long tail of science and technology. PLOS ONE 8(7):e67332. DOI: <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0067332>

Yuen, K-S; Ye, Z-W; Fung, S-Y; Chan, C-P; Jin, D-Y. 2020. SARS-CoV-2 and COVID-19: The most important research questions. Cell & Bioscience 10(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/S13578-020-00404-4>

Zika, E; Paci, D; Schulte in den Bäumen, T; Braun, A; RijKers-Defrasne, Silvie Deschênes, M; Fortier, I; Laage-Hellman, Jens Scerri, CA; Ibarreta, D. 2010. Biobanks in Europe: Prospects for harmonisation and networking. Publications Office.

Zimmerman, AS. 2008. New knowledge from old data: The role of standards in the sharing and reuse of ecological data. Science, Technology, & Human Values 33(5):631-652. DOI: <https://doi.org/10.1177/0162243907306704>

