



COMISIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA

Tema 9.2 del programa provisional

19.^a reunión ordinaria

Roma, 17-21 de julio de 2023

MICROORGANISMOS DE INTERÉS PARA LA DIGESTIÓN DE LOS RUMIANTES

ÍNDICE

	Párrafos
I. Introducción.....	1-4
II. Antecedentes.....	5-8
III. Perspectiva general, situación y tendencias.....	9-17
IV. Caracterización y conservación.....	18-21
V. Utilización sostenible	22-25
VI. Marcos normativo, jurídico e institucional.....	26-30
VII. Lagunas, necesidades y posibles medidas	31-32
VIII. Orientación que se solicita.....	33

I. INTRODUCCIÓN

1. En su 17.^a reunión ordinaria, la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (en adelante, la Comisión) aprobó su Plan de trabajo para la utilización sostenible y la conservación de los recursos genéticos de microorganismos e invertebrados para la alimentación y la agricultura¹ (en adelante, el Plan de trabajo). El Plan de trabajo aborda los microorganismos e invertebrados como grupos funcionales y prevé que los dos grupos funcionales examinados por la Comisión en su 19.^a reunión ordinaria sean los siguientes: i) microorganismos e invertebrados de los suelos, con énfasis en la biorremediación y los organismos del ciclo de los elementos nutritivos²; ii) microorganismos de interés para la digestión de los rumiantes.
2. El Plan de trabajo prevé que cada grupo funcional se aborde basándose en lo siguiente:
 - un resumen de la situación y las tendencias relativas a la conservación, la utilización y el acceso y la distribución de beneficios sobre la base de la labor llevada a cabo previamente por la Comisión, la bibliografía existente y, en su caso, una encuesta abierta que podría recopilar también las mejores prácticas en relación con su utilización sostenible y conservación;
 - un catálogo de las organizaciones regionales e internacionales y otras instituciones de mayor pertinencia para el grupo funcional y la determinación de las esferas estratégicas de posible colaboración;
 - un análisis de las lagunas, las necesidades y las posibilidades para que la Comisión y sus miembros las aborden³.
3. En respuesta al Plan de trabajo, la FAO encargó a la Queen's University, Belfast (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte) la preparación de un estudio informativo sobre la utilización y conservación de microorganismos de interés para la digestión de los rumiantes. El proyecto de estudio, revisado a la luz de las observaciones recibidas de los miembros del Grupo de trabajo técnico intergubernamental sobre los recursos zoogenéticos para la alimentación y la agricultura (en adelante, el Grupo de trabajo), figura en el documento titulado *Draft study on the sustainable use and conservation of microorganisms of relevance for ruminant digestion* (Proyecto de estudio sobre la utilización sostenible y la conservación de microorganismos de interés para la digestión de los rumiantes)⁴. Conforme a lo solicitado por el Grupo de trabajo⁵, las observaciones se pueden consultar en el documento titulado *Submissions on the draft study on the sustainable use and conservation of microorganisms of relevance to ruminant digestion*⁶ (Aportaciones presentadas en relación con el proyecto de estudio sobre la utilización sostenible y la conservación de microorganismos de interés para la digestión de los rumiantes) para información de la Comisión.
4. El presente documento se basa en las conclusiones del proyecto de estudio revisado para presentar una visión general de la situación de los microorganismos de interés para la digestión de los rumiantes y su gestión, y busca la orientación de la Comisión respecto de la labor futura en relación con este grupo de microorganismos.

II. ANTECEDENTES

5. La producción de rumiantes es sumamente pertinente para dos de los retos más importantes a los que se enfrenta el mundo: mejorar la seguridad alimentaria y la nutrición de una población mundial en aumento y mitigar el cambio climático. Los rumiantes son capaces de convertir materiales vegetales que, dado su elevado contenido de fibra, no son comestibles para los seres humanos en alimentos aptos para el consumo ricos en proteína y micronutrientes. Sin embargo, el sistema de digestión de los rumiantes es una importante fuente de metano, un gas de efecto invernadero. Los microorganismos, en especial aquellos que viven en el rumen (el principal compartimiento del preestómago de los rumiantes), son fundamentales para las capacidades digestivas de los rumiantes y su papel como emisores de metano.

¹ CGRFA-17/19/Informe, Apéndice E.

² Véase CGRFA-19/23/9.1; CGRFA-19/23/9.1/Inf.1.

³ CGRFA-17/19/Informe, Apéndice E, párr. 7.

⁴ CGRFA-19/23/9.2/Inf.1.

⁵ CGRFA-19/23/9.1, párr. 28.

⁶ CGRFA-19/23/9.2/Inf.2.

6. El rumen es un ecosistema dinámico y complejo, integrado por bacterias anaerobias, protozoos, hongos anaerobios, arqueas metanógenas y bacteriófagos. Los microorganismos del rumen descomponen los carbohidratos que consume un rumiante, lo que da lugar a la producción de diversos ácidos grasos volátiles que el animal utiliza como fuente de energía. No obstante, en el proceso también se produce hidrógeno que las arqueas presentes en el rumen utilizan para convertir el dióxido de carbono en metano y que, posteriormente, el animal expulsa a la atmósfera a través de la boca.

7. Las características del microbioma ruminal (la población o comunidad de microorganismos en el rumen) influyen en el suministro de nutrientes al animal y la cantidad de hidrógeno disponible para las arqueas metanógenas. Esto plantea la posibilidad de que manipular el bioma ruminal pudiera ser un medio para mejorar la nutrición del animal y reducir las emisiones de metano. Por lo tanto, la necesidad de comprender la ecología del rumen y las funciones de los microorganismos que allí habitan nunca ha sido mayor.

8. Entre los trabajos anteriores relativos a los microorganismos de interés para la digestión de los rumiantes llevados a cabo bajo los auspicios de la Comisión se incluye la publicación en 2012 del Estudio informativo n.º 61 titulado *Microorganisms and ruminant digestion: state of knowledge, trends and future prospects* (Los microorganismos y la digestión de los rumiantes: estado de los conocimientos, tendencias y perspectivas futuras) y, en 2019, de la Sección 5.8 sobre diversidad microbiana del rumen del informe titulado *El estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura en el mundo*⁷.

III. PERSPECTIVA GENERAL, SITUACIÓN Y TENDENCIAS

9. El microbioma ruminal ha sido objeto de estudio por muchos decenios. Las **bacterias** del rumen son el grupo más abundante y diverso de microorganismos ruminales y realizan una gran variedad de funciones, incluida la descomposición de almidones, celulosa, proteínas y grasas. Muchas se consideran “generalistas”, es decir, desempeñan un abanico amplio de funciones, mientras que otras son más especializadas. Pese a los considerables avances tecnológicos del último decenio, se conoce poco sobre las funciones de las bacterias del rumen y sus interacciones con el huésped y otros miembros del microbioma ruminal. La taxonomía de las bacterias del rumen sigue representando un desafío importante. Algunos taxones bacterianos dominan en número, pero los estudios han puesto de manifiesto que aquellos presentes en números inferiores pueden, sin embargo, tener una influencia relevante en el ecosistema del rumen.

10. En los últimos años, los enfoques basados en la secuenciación han proporcionado información sobre las funciones de las bacterias del rumen y los efectos de factores como la genética del huésped, su dieta y la utilización de aditivos para piensos. Son además herramientas fundamentales para la determinación de sustancias bioactivas en el rumen de cara a su posible uso en el sector de la biotecnología. En estos años ha mejorado considerablemente la capacidad para cultivar las bacterias del rumen.

11. Habida cuenta de su ya mencionada función en la metanogénesis, las **arqueas** del rumen son uno de los principales objetivos de la investigación microbiana del rumen. Estos organismos son estrictamente anaerobios y, en consecuencia, cultivarlos fuera del rumen supone un reto. Pese a ello, es posible cultivarlos en el laboratorio y se han logrado avances con respecto a la mejora de los conocimientos sobre su taxonomía, las vías por las que producen metano y sus interacciones con otros tipos de microorganismos del rumen como los protozoos o los hongos.

⁷ FAO. 2019. *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture* (El estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura en el mundo). J. Bélanger y D. Pilling, dirs. Evaluaciones de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO. Roma. <https://doi.org/10.4060/CA3129EN>.

12. Si bien las bacterias son el grupo más numeroso de los microorganismos del rumen, los **protozoos** ocupan el mayor espacio del rumen (hasta el 50 %). Los protozoos del rumen siguen siendo escasamente estudiados debido a los retos que plantea su cultivo y a que su compleja estructura genética dificulta los estudios genómicos. Esta última cuestión ha llevado a que, hasta hace poco, solo se hubiese secuenciado el genoma de uno de los protozoos del rumen (*Epidinium caudatum*). La función de los protozoos del rumen sigue siendo algo controvertida. Algunos son fibrolíticos mientras que otros utilizan carbohidratos “simples”. Estos procesos ayudan a la descomposición del forraje y mejoran la disponibilidad de nutrientes para el animal huésped. Sin embargo, los protozoos también están vinculados a la metanogénesis. Se ha constatado que las emisiones de metano de los animales cuyo rumen ha sido defaunado (sus protozoos se han eliminado con químicos) son inferiores a las de los animales cuyo rumen no ha sido defaunado. Los animales defaunados también son más productivos en lo que se refiere a promedio diario de aumento de peso o producción de leche. Sin embargo, los protozoos del rumen presentan variaciones considerables en sus contribuciones a la degradación vegetal y la producción de metano, motivo por el que la defaunación total puede no ser la mejor estrategia. Por otra parte, la eliminación selectiva de tipos concretos de protozoos del rumen sigue planteando dificultades.

13. Los **hongos** anaerobios del rumen desempeñan una función de degradación de fibra de gran intensidad gracias a su amplio repertorio de enzimas que degradan los carbohidratos y su capacidad de penetrar físicamente las paredes celulares de las plantas. Esta última acción beneficia a otros microbios del rumen, puesto que aumenta la superficie disponible para la colonización. Las arqueas metanógenas, que se les conoce por fijarse físicamente a la biomasa de los hongos anaerobios, refuerzan la actividad de los hongos de este tipo. Se ha constatado que los hongos anaerobios pueden emplearse para mejorar la ingesta de piensos, su digestibilidad y eficiencia, y el aumento de peso y la producción de leche diarios. No obstante, no suelen ser objeto de estudio a pesar de la disponibilidad de métodos de cultivo aptos.

14. Los **virus** como los bacteriófagos (virus que utilizan bacterias como huéspedes) también integran los microbiomas ruminales. Los bacteriófagos del rumen se aislaron ya en la década de 1960. Algunas de las investigaciones en la materia se llevaron a cabo en las décadas de 1970 y 1980, pero solo aquellas con posibles aplicaciones biotecnológicas se analizaron en mayor medida y se conservaron en colecciones de cultivos. En los últimos años, algunos estudios han aislado bacteriófagos adicionales y secuenciado sus genomas. Se sabe por otros contextos que los bacteriófagos modifican la ecología de los microbiomas. Sin embargo, se conoce poco sobre sus funciones en el rumen.

15. Los análisis de los microbiomas ruminales de diferentes especies de huéspedes y en distintas partes del mundo han puesto de relieve que en esos microbiomas predomina una comunidad central de microorganismos. Las variaciones vienen determinadas por la dieta del huésped, pero también se ven influenciadas por las especies, las razas y los genes individuales del huésped. La presencia de grupos menores de organismos del rumen geográficamente específicos posiblemente esté vinculada a las variaciones relacionadas con el clima en el material vegetal que consumen o la presencia de razas de rumiantes adaptadas localmente. Es probable que los microorganismos de los mencionados grupos “menores” desempeñen funciones importantes para posibilitar que el huésped sobrelleve las condiciones del entorno local y constituyan reservas de diversidad genética que deben mantenerse y podrían explotarse en mayor medida.

16. El microbioma ruminal no es estático durante toda la vida del animal. A los terneros recién nacidos se les suele describir como “prerrumiantes” y sus sistemas digestivos funcionan de manera más similar a los de los animales monogástricos jóvenes que a los de los rumiantes adultos. La transición de prerrumiante a rumiante tiene lugar entre las cuatro y ocho semanas de edad y está estrechamente relacionada con la colonización y constitución de un microbioma en los primeros años de vida. Los datos empíricos apuntan a que un grupo central de microbios se establece en una fase temprana y perdura hasta la adultez, pese a que sus números cambian con el tiempo. Sin embargo, estudios diversos han observado diferentes poblaciones de microbios en una edad temprana. Estas diferencias pueden obedecer a los distintos enfoques de gestión. Existen pruebas de que factores como el método de parto, la alimentación antes del destete, la edad de destete, la dieta en los primeros años de vida y la inoculación con líquido ruminal pueden afectar el microbioma de la vida temprana.

17. Las tendencias hacia la industrialización y la homogeneización de las prácticas de gestión de los animales en todo el mundo plantean un elevado riesgo de pérdida de la diversidad localizada de los microorganismos del rumen. Por ejemplo, se ha observado que los suplementos alimenticios con carbohidratos de fácil digestión, como es habitual en los sistemas más industrializados, se relacionan con una simplificación de la comunidad microbiana del rumen, lo que se traduce en una menor diversidad bacteriana y concentraciones más bajas de microbios fibrolíticos. Del mismo modo, la mejora de la eficiencia de la alimentación de los rumiantes (un objetivo fundamental de la cría de rumiantes dada la necesidad de alimentar de manera sostenible a una población mundial en aumento) se ha vinculado a la reducción de la diversidad del microbioma del rumen. Las estrategias que implican el uso de aditivos para piensos con vistas a reducir la producción de metano de los rumiantes se han asociado a las alteraciones de los microbiomas del rumen que pueden impulsar su futura homogeneización a escala mundial.

IV. CARACTERIZACIÓN Y CONSERVACIÓN

18. Las tendencias descritas al final de la sección anterior ponen de relieve la necesidad de registrar y catalogar las comunidades de microorganismos del rumen. La colección Hungate⁸, un proyecto emblemático reciente de la Alianza Global de Investigación sobre Gases Agrícolas de Efecto Invernadero (GRA), que proporcionó 501 genomas de bacterias y arqueas del rumen, constituyó un gran avance en la materia. Sin embargo, el proyecto ha terminado debido a la falta de financiación y muchos genomas microbianos del rumen siguen sin estar disponibles. Determinados taxones bacterianos están infrarrepresentados en la colección Hungate en lo que se refiere a su representación en el conjunto de datos del censo mundial sobre el rumen (un proyecto emblemático de la GRA anterior) y los genomas de las denominadas bacterias no cultivables del rumen y los genomas ensamblados de forma metagenómica están sumamente infrarrepresentados.

19. En el último decenio, se han producido avances tecnológicos considerables en la ciencia del rumen, en particular con respecto a las tecnologías “ómicas”. Sin embargo, pese a que lo anterior ha sido útil para correlacionar el microbioma del rumen con el fenotipo del huésped, no ha dado lugar a grandes avances en cuanto a la confirmación de las funciones de determinados microorganismos. Para avanzar en este sentido será necesario contar con un mejor catálogo de cultivos microbianos puros del rumen.

20. Las colecciones de cultivos de acceso abierto, como la colección alemana de microorganismos y cultivos celulares del Instituto Leibniz en Alemania⁹ y la colección American Type Culture Collection¹⁰ en los Estados Unidos de América, son fundamentales para mantener la diversidad genética microbiana mundial y asegurar el acceso abierto de las partes interesadas. No obstante, muchas cepas aisladas no se depositan en las colecciones de cultivos, puesto que no existe la obligación jurídica de hacerlo. Las preocupaciones en torno a la propiedad intelectual conducen a que muchos microbios con potencial de uso comercial permanezcan en instalaciones de almacenamiento individuales incluso después de ser patentados y publicados.

21. Existe un desconocimiento general de los microorganismos del rumen relacionados con determinadas zonas locales, y muy pocos se cultivan.

V. UTILIZACIÓN SOSTENIBLE

22. Como ya se ha señalado anteriormente, una gestión eficaz del microbioma del rumen puede contribuir a la mitigación de las emisiones de metano de los sistemas de producción de los rumiantes. Cambiar la dieta del animal huésped es la manera más sencilla de provocar un cambio inmediato en el microbioma del rumen y en la cantidad de metano que produce. Entre las posibles intervenciones se incluyen las que reducen las emisiones por unidad de producto y las que conducen a reducciones absolutas de las emisiones. Entre el primer grupo de intervenciones cabe destacar el aumento de los niveles de alimentación, la reducción de la madurez y el aumento de la digestibilidad del forraje consumido, así como la disminución de la proporción de forraje y concentrado en la dieta. Entre las

⁸ <https://genome.jgi.doe.gov/portal/HungateCollection/HungateCollection.info.html>.

⁹ <https://www.dsmz.de>.

¹⁰ <https://www.atcc.org>.

segundas intervenciones se incluye la suplementación de la dieta con inhibidores del metano (por ejemplo, 3-nitrooxipropanol [3-NOP, conocido comercialmente como Bovaer[®]], que impide la última fase de la metanogénesis del rumen), forrajes taníferos, sumideros de electrones (sustancias químicas o microbios que utilizan hidrógeno para que se disponga de una cantidad menor en la metanogénesis), aceites y grasas, o semillas oleaginosas. Pese a que se han logrado resultados prometedores, siguen sin estar claros los mecanismos que se emplean en muchos enfoques dietéticos.

23. Se ha demostrado que el genoma del huésped influye en el microbioma del rumen y los últimos datos mundiales ponen de manifiesto el potencial de la cría de rumiantes con menores emisiones de metano. Un enfoque de este tipo puede reducir las emisiones de metano hasta en un 30 % sobre la base de las emisiones diarias de metano (gramos por día), la producción de metano (gramos o kilogramos de materia seca ingerida) y la intensidad del metano (gramos o kilogramos, o litros de producto elaborado). Una vez más, es preciso seguir trabajando para confirmar el potencial de la cría de rumiantes con bajas emisiones de metano y aclarar los mecanismos que fundamentan los efectos observados.

24. El microbioma del rumen (así como el microbioma del tracto gastrointestinal de los rumiantes en general) es importante tanto para la mitigación del cambio climático como para las iniciativas orientadas a aplicar el enfoque de “Una sola salud”¹¹. La interconexión de los microbiomas humano, animal y ambiental ha quedado demostrada en numerosos estudios, lo que subraya la necesidad de un enfoque integrado para cuestiones como la propagación de la resistencia a los antimicrobianos. Las bacterias del rumen tienen genes con resistencia a los antimicrobianos que pueden transferirse fácilmente a otras bacterias. Los microbiomas del rumen también ofrecen nuevos compuestos bioactivos que pueden utilizarse para mejorar la salud humana, animal y del medio ambiente, por ejemplo, en el desarrollo de nuevos antimicrobianos o la biorrefinería.

25. Durante muchos años, los antibióticos se utilizaron como promotores del crecimiento en los piensos por los beneficios que pueden aportar a la sanidad animal y la eficiencia de la alimentación. Con la prohibición del uso de antibióticos como profilácticos y promotores del crecimiento en muchos países, los enfoques alternativos han adquirido importancia, incluido el uso de microbios de alimentación directa (fuentes de microorganismos vivos existentes de forma natural). Aunque la aplicación de este enfoque en rumiantes sigue en fase de desarrollo, se ha relacionado con mejoras en la salud de los animales jóvenes, una mayor producción de leche y un mejor crecimiento, lo que es indicativo de que puede ser una alternativa viable al uso de antimicrobianos.

VI. MARCOS NORMATIVO, JURÍDICO E INSTITUCIONAL

26. Entre los marcos jurídicos y normativos pertinentes para la gestión de microorganismos del rumen se incluyen aquellos relacionados con el cambio climático, aquellos relacionados con la conservación, el uso y el intercambio de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura, los relacionados con la inocuidad de los alimentos y de los piensos, y aquellos relacionados con la comercialización.

27. Las políticas relacionadas con el clima influyen cada vez más en la disponibilidad de financiación para la labor relativa a los microorganismos del rumen, por lo que muchos financiadores otorgan prioridad a las iniciativas orientadas a optimizar el microbioma del rumen con el fin de lograr reducciones en las emisiones de metano. Sin embargo, los marcos reglamentarios pueden suponer un obstáculo para la adopción de estas tecnologías debido al tiempo que se necesita para obtener la aprobación de su puesta en práctica. El etiquetado de productos certificados como producidos con una cantidad reducida de emisiones de metano suele ser una zona gris en cuanto al aspecto reglamentario. En los casos en que los consumidores no puedan o no deseen asumir los costos de dichas innovaciones

¹¹ “‘Una sola salud’ es un enfoque integrado y unificador cuya finalidad es mejorar la salud de las personas, los animales y los ecosistemas, así como lograr un equilibrio entre las tres dimensiones, de forma sostenible. En este enfoque se reconoce que la salud de los seres humanos, los animales domésticos y silvestres, las plantas y el medio ambiente en general (en particular los ecosistemas) están estrechamente vinculadas e interrelacionadas”. Cuadro de Expertos de Alto Nivel para el Enfoque de “Una sola salud”, Adisasmito, W. B., Almuhairi S., Behraves C. B., Bilivogui P., Bukachi S. A., *et al.* 2022. *One Health: A new definition for a sustainable and healthy future. PLoS Pathogens*, 18(6): e1010537. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010537>.

a través de un aumento de los precios de mercado, puede ser necesaria la intervención gubernamental para apoyarlas o hacer obligatoria su introducción. Las implicaciones económicas de las políticas de aprobación y uso de aditivos para piensos pueden ser un factor disuasorio en algunos países. Las estrategias como el fomento del uso de leguminosas y forrajes ricos en taninos como piensos pueden ser alternativas menos costosas, pero con menor repercusión en las emisiones.

28. El Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización al Convenio sobre la Diversidad Biológica ha elevado el nivel de burocracia que conlleva el intercambio de microorganismos de los rumiantes, lo que ha suscitado preocupaciones entre quienes los utilizan y conservan a escala mundial.

29. La mayoría de los organismos de financiación y las revistas tienen una política de acceso abierto que garantiza que, cuando los artículos se presentan para su examen, todos los datos en los que se basan deben haberse puesto a disposición del público. No obstante, las publicaciones que conllevan investigaciones sobre nuevas cepas microbianas aisladas no tienen por qué asegurar el acceso abierto a la cepa aislada mediante su depósito en una colección de cultivos antes de la publicación. Esto significa que el uso compartido de cepas aisladas de acceso abierto para una investigación y unos beneficios sociales continuos es limitado. Ello supone un reto importante y es necesario un cambio de paradigma. Sin embargo, también cabe señalar que estos cambios requerirán una mejora de la infraestructura de las colecciones de cultivos existentes para que las organizaciones a su cargo puedan mantener y poner a disposición de todos un mayor número de cepas aisladas.

30. Las principales instituciones y redes relacionadas con la conservación y la utilización sostenible de los microorganismos de interés para la digestión de los rumiantes comprenden las colecciones de cultivos mencionadas en la Sección IV, la GRA (también mencionada en la Sección IV), el Grupo de investigación ganadera y la Red sobre genómica microbiana del rumen de la GRA, y una serie de universidades e institutos de investigación de todo el mundo que tienen una importante capacidad para aislar y mantener microbios de los rumiantes y que cuentan con sus propias colecciones. Es probable que el sector privado también disponga de colecciones, pero la información sobre estas no es de dominio público. Además de los proyectos de la GRA mencionados anteriormente, otros proyectos importantes promueven la colaboración de las partes interesadas a escala internacional, por ejemplo, los proyectos MASTER (Aplicaciones del microbioma para sistemas alimentarios sostenibles a través de tecnologías y EnteRprise)¹² y HoloRuminant¹³ de la Iniciativa Horizonte 2020 de la Unión Europea. Algunas partes interesadas de los países en desarrollo señalan que la falta de financiación es un obstáculo para su participación en las actividades de colaboración.

VII. LAGUNAS, NECESIDADES Y POSIBLES MEDIDAS

31. Una revisión de la bibliografía y las respuestas a un cuestionario informal enviado a los miembros de la Red sobre genómica microbiana del rumen de la GRA permiten subrayar las siguientes lagunas y necesidades:

- *Investigación.* Todavía queda mucho por hacer para mejorar los conocimientos del microbioma del rumen y sus funciones. Entre las prioridades cabe destacar la mejora de las técnicas de cultivo de los microorganismos del rumen y el estudio del potencial de uso de cepas aisladas como microbios de alimentación directa para reducir las emisiones de metano.
- *Colecciones de cultivos.* Es necesario que las revistas insistan en que los microorganismos utilizados en las investigaciones que publican se depositen en colecciones de cultivos de acceso abierto. Se ha de mejorar la capacidad de las colecciones de cultivos para que puedan albergar los depósitos adicionales.

¹² <https://www.master-h2020.eu>.

¹³ <https://holoruminant.eu>.

- *Marcos normativos.* Las políticas, la legislación y los acuerdos institucionales pertinentes, incluidos los relacionados con el acceso y la distribución de beneficios y con la propiedad intelectual, deben examinarse y, en su caso, actualizarse, con vistas a garantizar un marco propicio y adecuado para la investigación y la colaboración relativas a los microorganismos del rumen y su gestión. También es imprescindible poner en práctica políticas que promuevan la adopción de innovaciones derivadas de la investigación en este ámbito que puedan ayudar a reducir las emisiones de metano.

32. Con el objetivo de mejorar la utilización sostenible y la conservación de los microorganismos del rumen en los planos mundial y nacional podrían adoptarse las siguientes medidas, que también podrían adoptar la Comisión y sus miembros:

- establecer un grupo mundial de expertos que trabaje en la priorización de actividades relacionadas con la gestión de los microorganismos de interés para la digestión de rumiantes y en la determinación de amenazas para la utilización sostenible y la conservación de dichos organismos;
- velar por una asignación adecuada de recursos para las iniciativas mundiales de investigación relacionadas con el cultivo, la catalogación, la caracterización y la gestión de los microorganismos del rumen;
- promover políticas que garanticen que todas las cepas microbianas aisladas de cultivos puros se depositen en colecciones de cultivos de acceso abierto antes de la publicación de cualquier dato relacionado con el organismo o los organismos respectivos;
- mejorar la capacidad de las organizaciones que gestionan colecciones de cultivos accesibles al público para que puedan hacer frente al aumento de la demanda que supondría una política que exigiera el depósito de cepas aisladas;
- fomentar la financiación de las investigaciones en materia de gestión del microbioma del rumen, en particular en relación con la cría de rumiantes y las innovaciones alimentarias;
- promover innovaciones políticas y jurídicas que faciliten el intercambio de muestras microbianas del rumen a escala mundial;
- ofrecer estímulos para fomentar la colaboración mundial, especialmente una colaboración en la que participen países de ingresos medianos y bajos.

VIII. ORIENTACIÓN QUE SE SOLICITA

33. La Comisión tal vez desee:

- i) tomar nota del proyecto de estudio y formular observaciones al respecto;
- ii) recomendar que el estudio se finalice y se distribuya;
- iii) considerar la manera en que puede responder a las conclusiones y recomendaciones del estudio y qué acciones de seguimiento se requieren para garantizar que la Comisión y sus miembros sigan reforzando su labor en materia de microorganismos de interés para la digestión de los rumiantes;
- iv) recomendar que la FAO tenga en cuenta las conclusiones del estudio en su labor relativa a la utilización sostenible y la conservación de los microorganismos de interés para la digestión de los rumiantes;
- v) invitar a los miembros a promover la utilización sostenible y la conservación de los microorganismos de interés para la digestión de los rumiantes y a garantizar que se les otorga la debida consideración en los procesos de formulación de políticas y las políticas locales, nacionales, regionales e internacionales;
- vi) invitar a los miembros a que gestionen y conserven de manera integrada la diversidad genética presente en las razas locales, los piensos y los microorganismos del rumen;
- vii) alentar a las partes interesadas pertinentes, en particular instituciones científicas, a que colaboren en la utilización sostenible y la conservación de los microorganismos de interés para la digestión de los rumiantes, sobre todo en relación con el fomento de la capacidad en países en desarrollo y países con economías en transición;

- viii) invitar a miembros y partes interesadas a que intensifiquen la investigación acerca de la gestión del microbioma del rumen, en particular en relación con la cría y el cuidado de los rumiantes, la eficiencia de la producción, la resistencia a las enfermedades y la resiliencia a las condiciones medioambientales cambiantes, así como acerca de los efectos que los microorganismos pertinentes pueden tener en la salud animal y humana, pero también en las innovaciones alimentarias para mitigar el cambio climático;
- ix) solicitar a la Secretaría que colabore con expertos pertinentes en la formulación de recomendaciones específicas en relación con los microorganismos de interés para la digestión de los rumiantes a fin de someterlas a la consideración de la Comisión en su próxima reunión.