

Aislante a partir de fibras naturales de lana de oveja

GH9D< 5BM5FF 9>I F "5Z'? 5F =B 5 '8 9A 5F =5Z'
>C5E I "B "; I =@@5A @B z'85F "C 'FC8F"; I 9N'M75F @CG'G5=N5F

PALABRAS CLAVE

EFICIENCIA ENERGÉTICA; AISLACIÓN TÉRMICA Y ACÚSTICA; NUEVOS MATERIALES;
CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE; MATERIALES NATURALES

Resumen

La lana de oveja presenta excelentes propiedades aislantes, a lo que se le suma su capacidad de absorber humedad y luego liberarla según las condiciones ambientales en las que se encuentre, manteniendo sus cualidades intactas. En nuestro país actualmente se estima que hay una acumulación de lana que supera los 30 millones de kg y no se ha podido comercializar. La mayoría corresponde a lanas gruesas —con un diámetro de fibra superior a 28 μm — que han tenido menos demanda y una baja en su cotización. Por estos motivos, las empresas del sector están buscando alternativas de valorización. Es en este contexto que surge por parte de Tops Fray Marcos S.A. la idea de evaluar el uso y la sostenibilidad de la lana como material aislante térmico y acústico para su uso en el sector de la construcción. El objetivo general del proyecto es desarrollar un prototipo de manta para ser utilizado como aislante térmico y acústico, fabricado a partir de esta lana, que sea una alternativa sostenible a los aislantes más comúnmente utilizados: los fabricados con fibras minerales como la lana de vidrio y la lana de roca

Arquitecta especializada en diseño, cálculo y construcción de estructuras de madera. Se desempeña como investigadora en Latitud, Fundación LATU en el Área de Tecnología de la Madera. Su trabajo abarca el desarrollo de productos de ingeniería y sistemas constructivos de madera, la generación de documentos técnicos para apoyar el desarrollo de la construcción con maderas nacionales y el desarrollo de materiales sostenibles para su uso en construcción. Ejerce además como arquitecta independiente.

La lana gruesa como una alternativa sustentable de aislante termoacústico

En la actualidad, las certificaciones ambientales ganan peso en la demanda de los materiales en general, debido a que la concientización del consumidor impulsa la tendencia hacia el uso de materiales sostenibles, desplazando paulatinamente a los que son producidos a partir de materias primas sintéticas de origen no renovable.

El uso de energías y materiales biológicos renovables garantiza una producción natural y sostenible que, en la medida en que se gestionen adecuadamente los residuos biodegradables, contribuye a la captura de carbono del medioambiente.

La cadena ovina —en particular, el sector lanero uruguayo— contribuye en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible [ODS] promovidos por las Naciones Unidas. Las fibras de la lana son un material completamente natural, biodegradable, renovable, reciclable, siendo además productos de larga vida útil. La producción natural y sostenible en esta cadena contribuye a la captura de carbono del medioambiente. De acuerdo con estimaciones de Uruguay XXI (2022), la mitad del peso de la lana es carbono capturado.

Uruguay, junto con Argentina, República Checa y China, es uno de los cuatro polos industriales exportadores de lana a nivel internacional. A la hora de considerar la sostenibilidad de un producto, no solo es importante la sostenibilidad de los materiales que lo integran, sino también la de las diferentes etapas del proceso de obtención. En el caso de productos obtenidos a partir de lana, esto abarcaría el trabajo con los animales en campo, donde Uruguay es uno de los pocos países que cuenta con la certificación RWS [Responsible Wool Standard]. Esta certificación tiene el fin de demostrar que el producto fue obtenido bajo criterios regulados tales como procesos de esquila, adecuado bienestar animal, cuidado del ambiente de producción, entre otros.

El principal uso de la lana actualmente es la industria textil, dependiendo su destino final de las características de las fibras tales como diámetro, largo, resistencia y color. De estas características, la principal, es el diámetro, pues determina el tipo de hilado y tejido en el que es factible de ser utilizada la fibra y, por ende, fija el precio de la lana. De acuerdo con los datos reportados por Uruguay XXI (2022), estos diámetros generalmente varían en un rango que va desde los 12-14 μm hasta los 40-50 μm , dependiendo de la raza y las condiciones ambientales de crianza de los animales, encontrándose en Uruguay fibras de entre 15-34 μm . La lana más fina se usa para confeccionar prendas de vestir, la lana media para prendas de abrigo y la más gruesa para tapicería y alfombras.

La lana de oveja como material tiene una gran cualidad aislante, siendo además capaz de absorber humedad en un orden del 30% de su peso y luego liberarla manteniendo sus cualidades intactas.

Desde el punto de vista del mercado, la venta de lanas medias y gruesas marcó un fuerte descenso desde la paralización del mercado internacional en 2019, debido a la guerra comercial entre China y Estados Unidos, y en 2020, debido a la

pandemia. Esto provocó la acumulación de *stock* en los países productores, que de acuerdo con estimaciones realizadas en conversaciones con el Secretariado Uruguayo de la Lana [SUL], tomando como base los datos de las exportaciones de los últimos años, en nuestro país supera los 30 millones de kg de lana. Este acumulado se encuentra almacenado, debido a que mayoritariamente corresponde a lanas gruesas —con un tamaño de fibra superior a las 28 μm —, que han tenido menos demanda, descendiendo su cotización entre un 20% y 30%.

Por este motivo, en búsqueda de una opción para la utilización de la lana gruesa en *stock*, y acompañando el desarrollo de productos más amigables con el medioambiente, surge la idea de utilizar dicha lana para la fabricación de mantas aislantes, para su uso principalmente en la industria de la construcción. Esto brinda una alternativa aislante frente a las otras utilizadas hoy en día en las construcciones livianas de tipo *steel framing* y *wood framing*, fabricadas con materiales minerales con un alto consumo energético en su producción, como son los casos de la lana de vidrio y la lana de roca.

A su vez, el uso de la lana como material aislante en viviendas con sistema de construcción liviano parece interesante para su aplicación en la construcción de la vivienda de interés social que está siendo promovida a través del Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial y de la Comisión Honoraria de la Madera. Además, varias empresas del sector han manifestado su interés en el desarrollo de este producto.

El estudio de prefactibilidad de fabricación de las mantas se enmarca en el proyecto «Desarrollo de nuevos productos a partir de lana»,¹ que es llevado adelante por la empresa lanera Tops Fray Marcos S.A., el equipo técnico del Laboratorio Tecnológico del Uruguay [LATU] y Latitud, y cuenta además con el apoyo de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación [ANII].

En el marco del proyecto se elaboraron diferentes mantas de lana, tomando como punto de partida las presentaciones comerciales más frecuentemente utilizadas para la lana de vidrio y la lana de roca.

El proceso de fabricación de las mantas se agrega como un complemento al proceso tradicional que la empresa realiza con la lana para fabricar los tops destinados a la industria textil, que son el producto principal de su proceso.

Primero, la lana sucia pasa por un proceso de clasificación, luego, se procede a su lavado y enjuague en bateas sucesivas con agua a distintas temperaturas para extraer la grasa y el polvo que contiene. Posteriormente, se realiza un proceso de secado, para más tarde pasar a la etapa de cardado y preparación para el peinado.

La lana gruesa destinada a la producción de mantas aislantes, una vez limpia y seca, es derivada a un segundo proceso en el que se fabrican y pliegan las mantas. Con una carda diseñada para generar un manto homogéneo, se pasa a la calandra. Este equipo aporta temperatura, presión y humedad al manto para generar cohesión entre las fibras.

Una vez fabricadas las mantas se procedió a la evaluación y análisis de sus características: composición, inflamabilidad y desempeño térmico y acústico. Las conclusiones de cada uno de estos ensayos, sumadas a las evaluaciones

1. Proyecto CF_1_2022_1_174104.

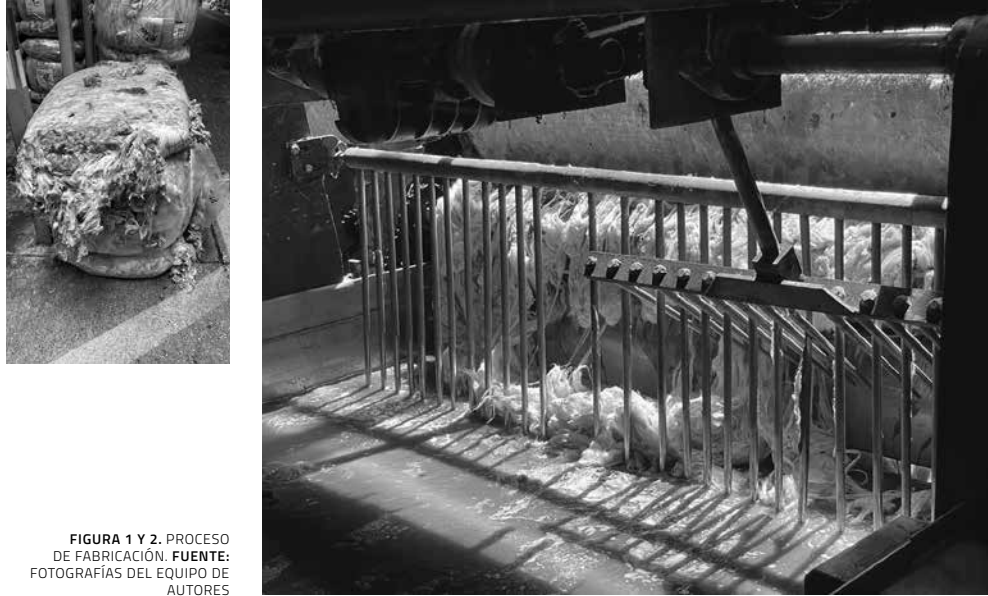


FIGURA 1 Y 2. PROCESO DE FABRICACIÓN. FUENTE: FOTOGRAFÍAS DEL EQUIPO DE AUTORES

realizadas por potenciales usuarios del producto, se utilizaron para adaptar el sistema de fabricación de las sucesivas tandas de mantas, como forma de acercarse a un producto apto para ser lanzado en el mercado.

Para evaluar la composición de las mantas, una muestra se colocó en el microscopio de luz polarizada. Se identificaron las fibras y —si correspondía—, mediante una ruta química de solubilidad en distintos solventes, se determinó su composición de acuerdo con la Norma AATCC 20 y 20A (American Association of Textile Chemists and Colorists [AATCC], 2021).

También se realizó el ensayo para determinar el diámetro medio de las fibras y los parámetros de distribución según la Norma IWTO-12-2012 (International Wool Textile Organisation, 2012), utilizando el equipo Sirolan-Laserscan. Por otra parte, se evaluó el peso por metro cuadrado —es decir, la relación entre el peso de la manta y su superficie— con un método basado en la Norma ASTM D3776/ D3776M-20 opción C (ASTM International, 2020).

Para evaluar el desempeño de las mantas de lana de oveja como aislante, se realizaron ensayos de conductividad térmica, desempeño acústico e inflamabilidad, utilizando métodos basados en normas técnicas.

Para evaluar la conductividad térmica del material, se utilizó un método basado en la norma ISO 8301 (International Organization for Standardization, 1999), utilizando un equipo de platos calientes, que mediante sensores internos determina la transmitancia térmica del material.

Para estudiar el desempeño acústico de las mantas de lana, se realizó un ensayo comparativo simplificado, tomando como base los conceptos acústicos descritos en las normas UNE-EN ISO 354:2004 (Asociación Española de Norma-



FIGURA 3. MANTAS DE PRUEBA. FUENTE: FOTOGRAFÍA DEL EQUIPO DE AUTORES

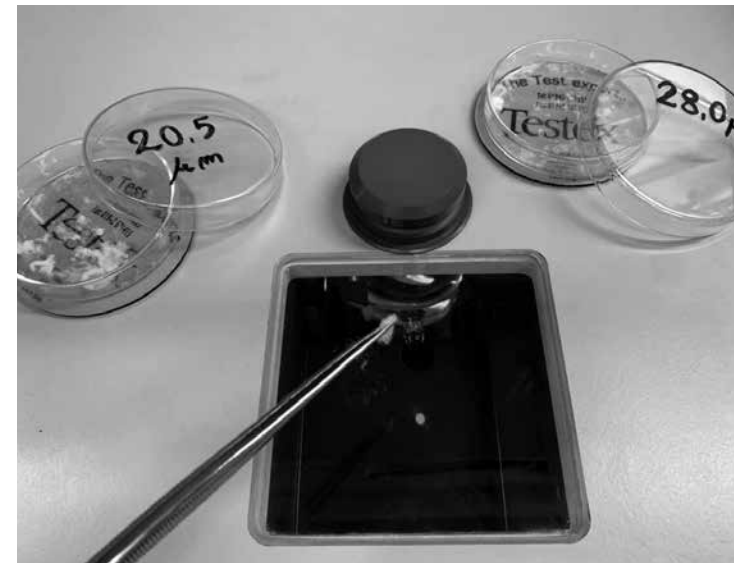


FIGURA 4 Y 5. ENSAYO DE DIÁMETRO MEDIO DE FIBRA. FUENTE: FOTOGRAFÍAS DEL EQUIPO DE AUTORES

lización, 2004) y UNE-EN ISO 10534-2:2002 (Asociación Española de Normalización, 2022). Dichas normas permiten evaluar el comportamiento acústico del material aislante y determinar un rango de capacidad de amortiguar el sonido en comparación con otros aislantes utilizados en el mercado.



FIGURA 6. ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA. FUENTE: FOTOGRAFÍA DEL EQUIPO DE AUTORES

Para ello, se confeccionó un dispositivo aislado con cada uno de los diferentes aislantes utilizados en la comparación y, mediante una fuente generadora de sonido colocada dentro de la cámara aislada —que emite señales de acuerdo con el tipo de onda y de frecuencia deseados—, se captó la señal con un sonómetro que toma las ondas de sonido y las transforma en pulsos eléctricos, que son interpretados por el propio equipo que muestra en la pantalla su equivalente a esta energía en decibeles [dB]. El ensayo se llevó a cabo en una cámara de atenuación para reducir lo máximo posible la influencia del ruido ambiente en el registro de las medidas.

La evaluación de inflamabilidad vertical y horizontal se realizó con método basado en la norma FMVSS 302 (Federal Motor Vehicle Safety Standards, s.f.), en el que la muestra del material se expone de forma vertical u horizontal a una llama durante 15 s en una cámara de combustión, para evaluar si la llama se extingue y en cuanto tiempo lo hace, o el tiempo que tarda la llama en avanzar una determinada distancia. De este modo, se logra calcular la velocidad de combustión por minuto.

Además de la evaluación del material en sí, se está llevando a cabo la evaluación de la sostenibilidad del producto. Esto se realiza mediante el Análisis de Ciclo de Vida [LCA, por sus siglas en inglés], que a su vez permitirá encontrar los puntos críticos del proceso productivo y tomar las acciones correctivas necesarias.

El LCA es una de las metodologías más integrales entre las utilizadas para evaluar los potenciales impactos ambientales de un producto, ya que contem-

pla los asociados a todas las etapas del ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final, pasando por su fabricación, distribución y uso.

En 1997, la International Organization for Standardization expide la primera versión del estándar internacional ISO 14040, que estableció los principios y bases metodológicas para el LCA. La versión vigente integra una serie de estándares que abordan distintos aspectos vinculados al concepto de ciclo de vida. En particular, la norma ISO 14020 (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2000) establece las directrices para el desarrollo y uso de etiquetas y declaraciones ambientales de tres tipos, de las cuales dos se basan en el empleo de LCA.

Las Declaraciones Ambientales de Productos [EPD, por sus siglas en inglés] son herramientas esenciales en la industria de la construcción y otros sectores, que proporcionan información detallada y verificada sobre el impacto ambiental de un producto a lo largo de su ciclo de vida. Estas declaraciones son valiosas tanto para los fabricantes como para los consumidores, arquitectos, ingenieros y otros profesionales involucrados en la toma de decisiones de construcción sostenible. La conveniencia de contar con EPD para productos de construcción radica en varios aspectos:

1. **Transparencia y toma de decisiones informadas:** las EPD permiten a los interesados comprender el impacto ambiental de un producto, lo que les ayuda a tomar decisiones informadas en el proceso de diseño y construcción. Al contar con información precisa y confiable, los profesionales pueden seleccionar materiales y productos que reduzcan el impacto ambiental general de un proyecto.
2. **Comparabilidad:** las EPD permiten comparar productos similares en función de su impacto ambiental, lo que fomenta la competencia en el mercado y motiva a los fabricantes a mejorar la sostenibilidad de sus productos.
3. **Cumplimiento normativo y certificación:** en muchos casos, las EPD son un requisito para obtener certificaciones de construcción sostenible, como LEED o BREEAM. También pueden ayudar a los fabricantes a cumplir con regulaciones ambientales y normativas gubernamentales.
4. **Reducción de la huella ambiental:** al proporcionar información sobre el ciclo de vida completo de un producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final, las EPD permiten identificar áreas clave de mejora y reducir la huella ambiental en todas las etapas.
5. **Mejora en la imagen de marca:** los fabricantes que demuestran un compromiso genuino con la sostenibilidad a través de EPD pueden mejorar su imagen de marca y atraer a consumidores y clientes preocupados por el medioambiente.

En el contexto de los materiales aislantes utilizados en la construcción, la lana de oveja se destaca como una opción sostenible y con beneficios ambientales notables. Al considerar la conveniencia de contar con EPD específicas para productos aislantes de lana de oveja, se pueden destacar las siguientes ventajas:

1. **Renovabilidad y baja huella de carbono:** es un material renovable, ya que se obtiene de fuentes naturales y renovables. Además, tiene una baja huella de carbono en comparación con muchos materiales aislantes sintéticos, lo que contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
2. **Eficiencia energética:** es un excelente aislante térmico y acústico, lo que ayuda a reducir la pérdida de calor y mantener una temperatura interior constante. Esto contribuye a la eficiencia energética de los edificios, ya que reduce la necesidad de calefacción y refrigeración.
3. **Biodegradabilidad y gestión de residuos:** a diferencia de muchos materiales aislantes sintéticos, es biodegradable y no genera residuos perjudiciales a largo plazo. Al final de su vida útil, puede ser reciclada o compostada, lo que disminuye su impacto ambiental en la etapa de disposición.
4. **Salud y confort interior:** es un material natural y no tóxico, lo que mejora la calidad del aire interior en los edificios. Además, regula la humedad de manera efectiva, creando un ambiente interior más saludable y confortable.
5. **Apoyo a la agricultura sostenible:** su producción puede fomentar prácticas agrícolas sostenibles, en tanto que el aprovechamiento de productos tales como la lana de fibra gruesa, que actualmente no tienen una salida fácil en el mercado, evita la generación de residuos y promueve una economía circular.

La norma ISO 14025 (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2006) establece como requisito de las EPD emplear Reglas de Categoría de Productos [PCR, por sus siglas en inglés] para garantizar la coherencia, comparabilidad y credibilidad de la información ambiental proporcionada en las EPD. Las PCR son documentos que establecen las reglas y directrices específicas para la realización de EPD de productos pertenecientes a una categoría particular, para asegurar que las evaluaciones de ciclo de vida y los datos presentados en las EPD sean consistentes y comparables entre diferentes productos dentro de una misma categoría.

Para poder habilitar la opción de incorporar una declaración ambiental al aislante de lana, el LCA se realizará siguiendo las reglas de categoría de producto que le corresponden. En particular, las establecidas para los productos de construcción en forma genérica, ISO 15804:2012 (Asociación Española de Normalización, 2021) e ISO 21930:2017 (Asociación Española de Normalización, 2010); para productos de aislamiento térmico, UNE-EN 16783 (Asociación Española de Normalización, 2017); para productos de lana, guías de IWTO (International Wool Textile Organisation, 2016), y de FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2016).

Las pruebas realizadas hasta el momento indican que es factible lograr un producto con un desempeño similar al de los disponibles en plaza y comúnmente utilizados como aislantes en paredes, cielorrasos y entrepisos en construcciones livianas, si bien el prototipo en estudio aún se encuentra en etapa de ajustes. De este modo, se apunta a obtener un nuevo producto apto para ser usado en la construcción, que ofrezca prestaciones similares a las de los utilizados en la actualidad, pero con el beneficio de ser más amigable con el medioambiente. Además,

esta alternativa permitirá valorizar una materia prima que hoy en día se encuentra sin salida comercial y que, en algunos casos, es percibida como una problemática.

Referencias institucionales

El LATU es referente en innovación, transferencia tecnológica y soluciones de valor en servicios analíticos, de evaluación de la conformidad, metrológicos y tecnológicos. Es la única entidad del Uruguay, y una de las pocas a nivel mundial, licenciada por la International Wool Textile Organisation [IWTO], lo que le permite brindar a la cadena textil lanera la posibilidad de realizar certificados IWTO de sus productos, agregándoles valor y facilitando su ingreso a los principales mercados laneros internacionales.

Latitud es la Fundación del LATU orientada a la planificación y ejecución de proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación [I+D+i], creada con el objetivo de ser una organización flexible enfocada en adaptarse a las necesidades tanto de la industria como del país.

Referencias bibliográficas

- American Association of Textile Chemists and Colorists [AATCC]. (2021, enero). *Test Method for Fiber Analysis: Quantitative* [Método de testeo para análisis de fibra: cuantitativo] (AATCC 20 y 20A). Estados Unidos: AATCC.
- Asociación Española de Normalización. (2004). *Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante* (UNE-EN ISO 354:2004). Madrid: Aenor.
- (2010). *Sostenibilidad en la construcción de edificios. Declaración ambiental de productos de construcción* (UNE-ISO 21930:2010). Madrid: Aenor.
- (2017). *Productos de aislamiento térmico. Reglas de categoría de producto (RCP) para productos manufacturados y formados in-situ, destinadas a la elaboración de declaraciones ambientales de producto* (UNE-EN 16783:2017). Madrid: Aenor.
- (2021). *Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción* (UNE-EN 15804:2012+A2:2020/AC:2021). Madrid: Aenor.
- (2022). *Acústica. Determinación del coeficiente de absorción acústica y de la impedancia acústica en tubos de impedancia. Parte 2: Método de la función de transferencia* (UNE-EN ISO 10534-2:2002). Madrid: Aenor.
- ASTM International. (2020, julio). *Standard Test Method for Mass Per Unit Area (Weight) of Fabric* [Método de prueba estándar para la masa por unidad de área (peso) de tejido] (ASTM D3776/ D3776M-20 option C). ASTM: Estados Unidos.
- Federal Motor Vehicle Safety Standards. (s.f.). *Flammability test* [Prueba de inflamabilidad] (FMVSS 302).
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (2000). *Etiquetas y declaraciones ambientales - Principios generales* (UNIT-ISO 14020:2000). Uruguay: UNIT.

- (2006). *Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales tipo III. Principios y procedimientos* (UNIT-ISO 14025:2006). Uruguay: UNIT.
- International Organization for Standardization. (1999). *Thermal insulation - Determination of steady-state thermal resistance and related properties - Heat flow meter apparatus* [Aislamiento térmico - Determinación de la resistencia térmica en estado estable y propiedades relacionadas - Aparato medidor de flujo de calor] (ISO 8301:1991). Estados Unidos: ISO.
- International Wool Textile Organisation [IWTO]. (2012, diciembre). *Measurement of the Mean and Distribution of Fibre Diameter Using the Sirolan-Laserscan Fibre Diameter Analyzer* [Medición de la media y distribución del diámetro de la fibra utilizando el analizador de diámetro de fibra Sirolan-Laserscan] (IWTO-12-2012). Estados Unidos: IWTO.
- (2016). *Guidelines For Conducting A Life Cycle Assessment Of The Environmental Performance Of Wool Textiles* [Directrices para llevar a cabo una evaluación del ciclo de vida del rendimiento ambiental de textiles de lana]. Estados Unidos: IWTO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2016). *Greenhouse gas emissions and fossil energy use from small ruminant supply chains: Guidelines for assessment. Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership* [Emisiones de gases de efecto invernadero y uso de energía fósil en cadenas de suministro de pequeños rumiantes: Directrices para la evaluación. Asociación de Evaluación Ambiental y Rendimiento Ganadero]. Italia: FAO.
- Uruguay XXI. (2022, junio). *Sector Lanero en Uruguay*. Disponible en <https://www.uruguayxxi.gub.uy/es/centro-informacion/articulo/sector-lanero/>