

Euroclima

Informe final

Diagnóstico de la logística y el transporte de la
cadena cárnica en Uruguay

13 de enero de 2026

Uruguay

Ignacio Di Pascua

Implementado por



Este informe se ha elaborado para el [Programa Euroclima de la Unión Europea](#), a solicitud de la Fundación para la Internacionalización de las Administraciones Públicas (FIAP) en el marco de la acción “Servicios de apoyo para elaborar un diagnóstico de la cadena de valor de la industria cárnica en Uruguay, enfocándose en las fases productivas y comerciales, con énfasis en el sector logístico y de transporte, para avanzar en la descarbonización de la logística asociada.”.

El equipo de coordinación local estuvo liderado por el Instituto Nacional de Logística (INALOG) junto al Ministerio de Ambiente (MA) y la Agencia Uruguaya de Cooperación Internacional (AUCI).



Implementado por



Resumen Ejecutivo

Este informe presenta un diagnóstico integral de la logística y el transporte en la cadena de valor de la industria cárnica vacuna en Uruguay, con énfasis en la determinación de las cargas movilizadas en cada etapa y las emisiones de CO₂ asociadas. El análisis se basa en datos y registros administrativos de la Dirección Nacional de Aduanas (DNA), el Instituto Nacional de Carnes (INAC) y el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP).

Entre el año 2022 y 2024, la cadena cárnica vacuna supuso la movilización promedio de 3.063.675 toneladas anuales. La etapa de mayor movilización de cargas es la de transporte de hacienda, tanto entre establecimientos productivos como a faena.

Tabla 1 Promedios anuales (2022-2024) de movimiento de cargas en la cadena cárnica vacuna.

<i>Etapa</i>	<i>Toneladas</i>	<i>Km por viaje</i>	<i>Ton-km</i>
<i>Ganado entre establecimientos</i>	1.262.644	114	143.941
<i>Ganado a faena</i>	1.143.906	185	211.622
<i>Exportación en pie</i>	70.401	100	7.040
<i>Carne a exportación</i>	376.560	166	22.915
<i>Importación de carne</i>	37.431	334	12.556
<i>Carne al mercado doméstico</i>	172.733	133	22.915

De acuerdo con la caracterización realizada, el movimiento de ganado se realiza mayoritariamente en camiones pesados con jaula de 18 metros. En lo que refiere al movimiento de carne a exportación, el 90% se realiza a través del puerto de Montevideo, lo que supone la utilización de camiones pesados para el transporte de contenedores refrigerados. Por su parte, la carne vacuna al mercado doméstico se moviliza en vehículos refrigerados

de distinto porte, predominando la utilización de camiones medianos (capacidad de 3 a 8 ton) y simples (capacidad entre 1 y 3 ton).

A partir de las determinaciones de la cantidad de viajes y la distancia recorrida por etapa, fue calculado el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ asociadas al transporte en cada una de las etapas. Las emisiones del transporte en la cadena se estiman en 58.796 toneladas anuales de CO₂, lo que representa el 1,4 % de las emisiones del sector transporte y el 3,4% de las correspondientes a buses y ómnibus. Por su parte, implican la emisión de 0,13 kgCO₂/kg carne exportada.

Tabla 2 Promedios anuales (2022-2024) de emisiones asociadas al transporte en la cadena cárnica vacuna.

<i>Etapa</i>	<i>Viajes</i>	<i>Toneladas CO₂ anuales</i>	<i>gCO2/ton-km</i>	<i>kgCO2/ton</i>
<i>Ganado entre establecimientos</i>	80.424	17.136	119	14
<i>Ganado a faena</i>	70.429	24.352	115	21
<i>Exportación en pie</i>	4.320	774	110	11
<i>Carne a exportación</i>	23.233	8.103	130	22
<i>Importación de carne</i>	1.620	1.012	81	27
<i>Carne al mercado doméstico</i>	69.539	7.419	323	43

Contenido

Resumen Ejecutivo.....	4
Contenido	6
1 Introducción	8
2 Revisión Bibliográfica	9
2.1 Antecedentes.....	9
2.2 Emisiones de gases de efecto invernadero del transporte de carga	13
2.3 Balance Energético Nacional	17
2.4 Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero	20
3 Caracterización de la logística y el transporte de la cadena cárnica	22
3.1 Fase primaria.....	22
3.2 Fase Industrial.....	27
3.3 Exportación de carne bovina	30
3.4 Mercado doméstico	33
3.5 Importación de carne bovina	36
3.6 Resumen de la logística de la cadena cárnica vacuna	39
4 Caracterización de la flota.....	40
4.1 Flota de movimiento de ganado	40
4.2 Flota de transporte de carne para exportación	44
4.3 Flota de transporte de carne al mercado doméstico	45
4.4 Flota de transporte de importación de carne al mercado doméstico	48
5 Cálculo de emisión de CO ₂ del transporte y la logística.....	48
5.1 Metodología	48

5.2	Movimiento de ganado entre campos.....	50
5.3	Exportación en pie	51
5.4	Movimiento de ganado a faena.....	51
5.5	Carne a exportación	53
5.6	Carne al mercado domestico	54
5.7	Importación de carne vacuna.....	56
5.8	Resumen final.....	58
6	Conclusiones	59
7	Nota Metodológica	61
7.1	Movimientos a exportación	61
7.2	Movimientos al mercado doméstico.....	61
8	Bibliografía	63

1 Introducción

El presente Informe Final constituye el tercer y último entregable del “Diagnóstico de la logística y el transporte de la cadena cárnica en Uruguay”. El documento contiene una revisión bibliográfica de estudios e informes vinculados a la cuantificación de las cargas movilizadas en la cadena cárnica vacuna, así como la cantidad de combustible consumido y las emisiones del sector del transporte en Uruguay. Además, se realiza una descripción y caracterización de los procesos de transporte y logística de la cadena. Adicionalmente, se presenta la carga movilizada en los distintos eslabones de la cadena, a partir de fuentes públicas de información, así como solicitudes de información al Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca y al Instituto Nacional de Carnes. Seguidamente se realiza una caracterización de la flota, en cada etapa de la cadena, para dar paso finalmente a la determinación de los viajes y las emisiones de CO₂ asociadas.

2 Revisión Bibliográfica

Fueron identificados una serie de estudios e informes que contienen información relevante para el presente trabajo. En esta sección se resume estos antecedentes y reportes oficiales que suponen una primera fuente de información sobre la que se construye el “Diagnóstico de la logística y el transporte de la cadena cárnica en Uruguay”.

2.1 Antecedentes

En un estudio de Souto, Tommasino, Errea y Sáder (2018) para el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) fueron determinadas las cargas movilizadas por la industria cárnica. A partir de las guías de movimientos que los productores reportan a DICOSE¹, el ganado bovino transportado en 2016 supuso el movimiento de 2,8 millones de toneladas: 1,6 millones de toneladas a otro campo -animales que se transportan entre establecimientos agropecuarios para su recría o engorde- y 1,1 millones de toneladas de animales remitidos a plantas de faena.

Tabla 3 Cargas movilizadas de ganado bovino en 2016. Fuente: Souto, Tommasino, Errea y Sáder (2018)

	<i>Cabezas movilizadas</i>	<i>Peso promedio</i>	<i>Toneladas</i>
<i>Ganado a campo</i>	5.220.562	314 kg	1.639.256
<i>Ganado a faena</i>	2.284.965	489 kg	1.117.348
<i>Total</i>	7.505.527		2.756.604

¹ La División de Control de Semovientes (DICOSE) es una dependencia del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) de Uruguay. Su función principal es registrar, controlar y fiscalizar los movimientos, existencias y propiedad del ganado y de los establecimientos rurales vinculados a la producción pecuaria. Por otra parte, el Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG) es la plataforma tecnológica del MGAP que centraliza y gestiona toda la información de la identificación individual, movimientos y trazabilidad del ganado bovino y otras especies.

Los movimientos del ganado de reposición (para cría, recria o engorde) se realizan directamente entre establecimientos productivos. El medio de transporte mayoritario es el camión, mientras que los desplazamientos por tierra o “por tropa” son poco significativos. El estudio refleja que no hay diferencias importantes entre departamentos en relación con el origen de los movimientos, identificándose Florida (11%) y Tacuarembó (9%), como los departamentos donde más se originan dichos movimientos, seguidos por Paysandú, Salto, Artigas y Durazno, con porcentajes entre el 6% y 7%. En cuanto al destino, en promedio el 54% de los movimientos fueron dentro del propio departamento, con porcentajes que pueden llegar al 70%. Si se le adicionan los desplazamientos hacia departamentos limítrofes, se alcanza a cubrir el 78% de los destinos. Existe otro posible destino para el ganado, fundamentalmente de cría (terneros), que es la exportación de animales en pie a través del puerto de Montevideo.

El ganado para faena se moviliza desde los establecimientos donde alcanzan su peso final hasta los frigoríficos. Estos movimientos también van desde y hacia todos los departamentos, aunque se encuentran condicionados por la localización de las plantas frigoríficas. Si bien representan menos cabezas que el ganado a campo, son animales más pesados y de mayor volumen. Respecto al movimiento de carne, el estudio cuantifica la carne exportada a través del puerto de Montevideo, así como la carne para el mercado doméstico, la cual se atribuye en mitades entre Montevideo y las capitales departamentales. La Tabla 4 resume la cuantificación de la carga movilizada

(en miles de ton-km) así como las distancias promedio recorridas en cada eslabón.

Tabla 4 Resumen de las cargas movilizadas por la cadena cárnica en 2016. Fuente: Souto, Tommasino, Errea y Sáder (2018).

<i>Movimiento</i>	<i>Toneladas</i>	<i>Miles ton-km</i>	<i>Distancia promedio (km)</i>
<i>Ganado a campo</i>	1.639.256	187.669	114
<i>Ganado a faena</i>	1.117.348	212.232	190
<i>Carne a exportación</i>	395.485	75.282	190
<i>Carne a mercado interno</i>	169.804	19.081	112

En otro estudio del BID, Rosselli, Carriquiry, Pérez y Varela (2022) analizan la estructura y funcionamiento del mercado de transporte carretero de cargas en Uruguay. En el estudio se realiza un estimado de la relevancia de la carga transportada asociada a la industria cárnica bovina. En primer lugar, el estudio divide la logística y el transporte de la cadena en dos etapas:

- 1) Movimientos de ganado de campo con destino a otros campos o a faena.
- 2) Movimientos de carne vacuna hacia el mercado interno y la exportación.

Para la primera etapa, en función de datos del MGAP e INAC, el estudio releva las siguientes cargas movilizadas para el año 2019:

Tabla 5 Cabezas de ganado movilizadas en el año 2019. Fuente: Rosselli, Carriquiry, Pérez y Varela (2022)

	<i>Kg/cabeza</i>	<i>Cabezas movilizadas</i>	<i>Toneladas</i>
<i>Ganado campo a campo</i>	314	5.000.000	1.570.000
<i>Ganado campo a faena</i>	489	2.251.459	1.100.963

En cuanto a las distancias recorridas, el estudio indica que el transporte de ganado campo a campo presenta una dinámica intradepartamental y entre departamentos limítrofes. Respecto al movimiento de ganado a faena, el informe menciona que se da en todo el país, con mayor relevancia de destinos dentro de cada departamento y a departamentos limítrofes, destacando a Canelones por contar con un elevado número de plantas frigoríficas de gran porte.

En lo que refiere a la segunda etapa, el informe establece una movilización de 332.451 toneladas de carne vacuna para exportación, y 92.413 para el mercado doméstico.

El informe no explicita en detalle la metodología de cálculo de la distancia recorrida para el ganado entre campos, ni tampoco para faena. Se menciona la asunción de que, para ganado a faena, los traslados se realizan desde el baricentro de los departamentos. Para la exportación de carne se toma como salida el puerto de Montevideo, mientras que para el mercado doméstico se asume que las capitales departamentales al norte del Río Negro se abastecen con plantas ubicadas en sus departamentos, y las del sur desde plantas de Canelones.

La Tabla 6 indica la determinación de carga movilizada por la industria cárnica para el año 2019, según el informe.

Tabla 6 Movimientos de cargas de la cadena cárnica vacuna del año 2019. Fuente: Rosselli, Carriquiry, Pérez y Varela (2022)

<i>Cadena</i>	<i>Carga movilizada (toneladas)</i>	<i>% del total de cargas</i>	<i>Toneladas- km (en miles)</i>	<i>% del total</i>	<i>Distancia media (km)</i>
<i>Cárnica</i>	3 095 827	8%	461.278	6%	149

2.2 Emisiones de gases de efecto invernadero del transporte de carga

En un estudio de la Universidad de Montevideo (2022) fueron determinadas las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del sector transporte de carga. Las emisiones de GEI y el consumo de combustible por parte de los vehículos, se relacionan con el tipo de transporte, el combustible utilizado, la tecnología del motor de combustión, la antigüedad del vehículo y los procedimientos de mantenimiento realizados. Además, tanto la forma de conducción del vehículo, cómo la cantidad de aceleraciones, las paradas y el tipo de carretero, afectan el nivel de emisiones. A pesar de ello, la variable que más influye en el nivel de emisión anual es la distancia que recorre cada vehículo.

El estudio establece que el tipo de combustible que predomina en el transporte de carga terrestre es el diésel (vehículos pesados) seguido por la nafta (vehículos livianos). La combustión de estos combustibles en los motores de combustión interna genera como productos principales el dióxido de carbono (CO₂) y agua. Debido a que la reacción de combustión no es completa, se generan otros subproductos como el monóxido de carbono (CO) y material particulado. Además, se produce la oxidación de

elementos como el nitrógeno y el azufre (presentes en el aire y en los combustibles), que dan lugar a contaminantes como óxidos de nitrógeno (NOx) y óxidos de azufre (SOx).

En el estudio se contemplan las emisiones GEI de CO₂, N₂O y CH₄, dado que son los principales en cuanto al aporte al calentamiento global. Las metodologías empleadas son las propuestas por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC)² y la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA)³. En primer lugar, fue caracterizada la flota de camiones presentes en Uruguay, a partir de varias fuentes. Se utilizaron base de datos de la Sociedad Uruguaya de Control Técnico Automotriz (SUCTA) y de APPLUS, sucesora de SUCTA a partir de 2021. A partir de estas fuentes de información se obtuvieron los camiones habilitados a circular en Uruguay, sus modelos, su año de fabricación, normativa Euro, y su peso bruto total combinado. Los kilómetros recorridos fueron estimados a partir de datos del SUCTA de 2013 y 2014.

Con los kilómetros recorridos y los rendimientos de los camiones de cada categoría fue determinado el consumo de combustible, a partir del cual se calcularon las emisiones de CO₂, CH₄, N₂O y su equivalencia a CO₂-eq. Para los rendimientos de los camiones fue utilizado un estudio de Tanco (2018), donde se diferencian los rendimientos en función del porcentaje de carga del camión y las condiciones de distribución urbana, suburbana y larga

² El IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) es el organismo de las Naciones Unidas que evalúa la ciencia relacionada con el cambio climático a nivel global.

³ La EEA (European Environment Agency) es la agencia de la Unión Europea encargada de proporcionar información independiente sobre el medio ambiente para apoyar la formulación de políticas sostenibles.

distancia. Los resultados de las emisiones de la flota de camiones en Uruguay se presentan en la Tabla 7

Tabla 7 Emisiones GEI del transporte carretero de cargas. Fuente: Universidad de Montevideo, CINOI, 2022

GEI	2014	2016	2018	2021
CO ₂ (ton)	1.671.515	1.834.206	1.894.477	2.327.322
CH ₄ (ton)	127	136	139	158
N ₂ O (ton)	27	30	32	35
CO ₂ -eq (ton)	1.682.736	1.846.546	1.907.488	2.341.702

Según el informe, la evolución de las emisiones del transporte carretero de carga ha ido en aumento desde el año 2014. Por otro lado, se observa que las emisiones de CH₄ y N₂O son insignificantes en el peso de la equivalencia (CO₂-eq). Finalmente, con los datos presentados en el reporte, es posible estimar que el transporte carretero de cargas emite 0,87 kg CO₂/km.

Referido a las emisiones de la cadena cárnica, que incluyen las vinculadas al transporte, se destaca el “Primer estudio de la huella de carbono de tres cadenas agroexportadoras del Uruguay” (2013). En dicho estudio, fue determinada la huella de carbono de la producción de carne en Uruguay, entendiéndose como las emisiones totales de GEI a través de todo su ciclo de vida desde su producción, hasta la disposición del producto terminado. La unidad funcional para las mediciones de la fase primaria fue kilogramo de carne en peso carcasa, mientras que para la fase industrial y la huella de carbono global se consideró kilogramo de carne envasada. La metodología de cálculo de las emisiones se realizó según la definida por IPCC. Para el transporte carretero fueron considerados los siguientes traslados:

- Ganado de reposición entre sistemas cría-recría y recría terminación.
- Ganado terminado a faena.

- Carne envasada al puerto de Montevideo

En este caso no se contempla el transporte de carne para consumo doméstico. No se brindan detalles adicionales de la metodología empleada para determinar la distancia recorrida ni las emisiones del transporte. El informe indica que se obtuvieron datos referidos al transporte de hacienda de la Asociación Uruguaya de Transportistas de Hacienda (AUTHA).

Los resultados que presenta el informe dan cuenta de que las emisiones del transporte en la cadena cárnica uruguaya representan el 2% de la huella de carbono global (Tabla 8). Este bajo valor porcentual se debe al peso preponderante de las emisiones de metano de los bovinos (95% de la huella de carbono), el cual la métrica de equivalencia empleada asigna un potencial de calentamiento atmosférico al metano muy superior al del dióxido de carbono producto de la quema de combustibles fósiles como el empleado en el transporte.

Tabla 8 Participación en la Huella de Carbono de la carne vacuna de cada etapa. Fuente: Adaptado de MGAP, INIA, FAGRO-UDELAR y LATU (2013).

<i>Etapa</i>	<i>% emisiones totales</i>
<i>Predio ganadero</i>	95,14%
<i>Industria</i>	2,31%
<i>Antes del predio ganadero (incluye transporte de hacienda)</i>	1,40%
<i>Transporte a faena</i>	0,62%
<i>Transporte marítimo</i>	0,45%
<i>Transporte a puerto</i>	0,06%

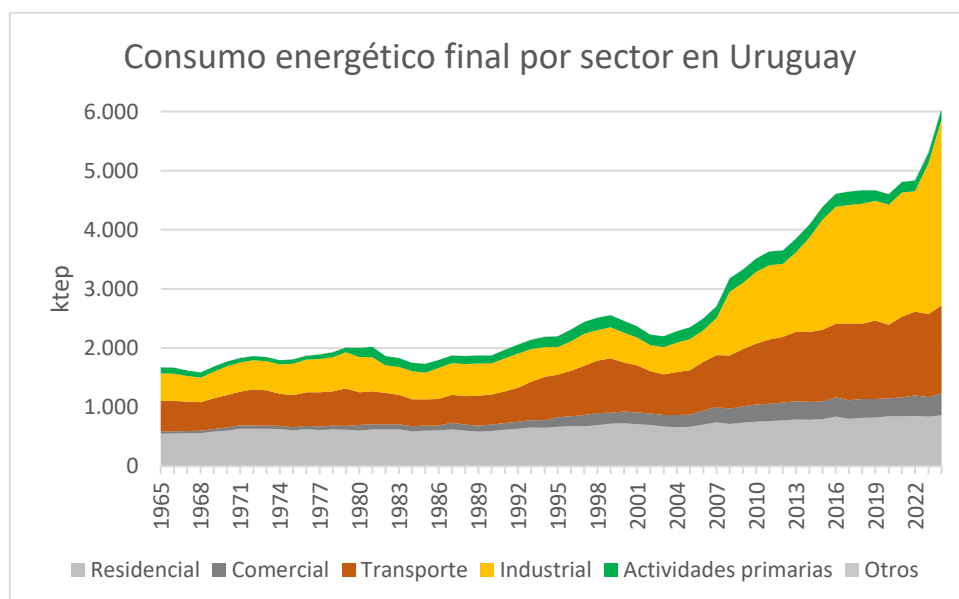
Por su parte, el informe no presenta resultados respecto a emisiones netas, sino que lo hacen en forma porcentual relativa al total de las emisiones.

2.3 Balance Energético Nacional

El Balance Energético Nacional (BEN) es un estudio estadístico realizado por el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) que reúne la información del flujo de energía en el Uruguay. Contiene la oferta, transformación y consumo sectorial (demanda) de energía, expresada en una unidad común y referida a un año calendario.

Los sucesivos BEN contienen datos de consumo energético desde 1965 en kilotonelada equivalente de petróleo (ktep), una unidad de medida de energía que equivale a la cantidad de energía liberada por la combustión de 1.000 toneladas de petróleo crudo, que se utiliza para comparar diferentes fuentes energéticas en términos de su contenido energético común. Durante ese período de tiempo se observa un sostenido crecimiento en el consumo energético del Uruguay. Desde 1965, solo se registraron algunos períodos de caída del consumo final energético, asociadas a crisis económicas y a la pandemia del COVID.

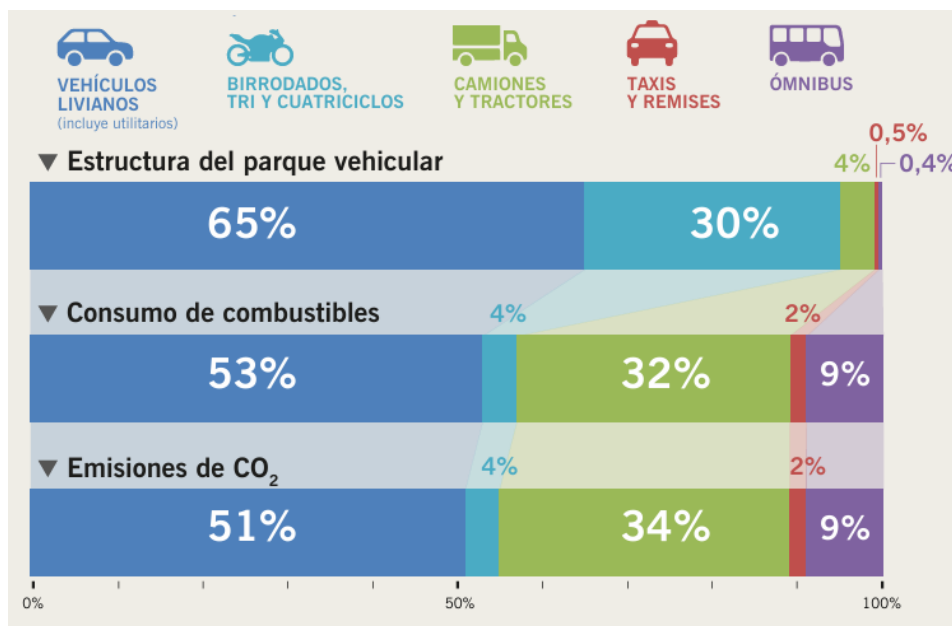
Gráfico 1 Consumo energético final en Uruguay. Fuente: Visualizador web BEN



Este crecimiento ha sido impulsado en primer lugar por el consumo industrial, fundamentalmente por el desarrollo de la industria de celulosa. En segundo lugar, por el aumento del consumo de combustibles asociado al transporte. Dicho sector, representa el 27% del consumo energético final de Uruguay (promedio 2022-2024).

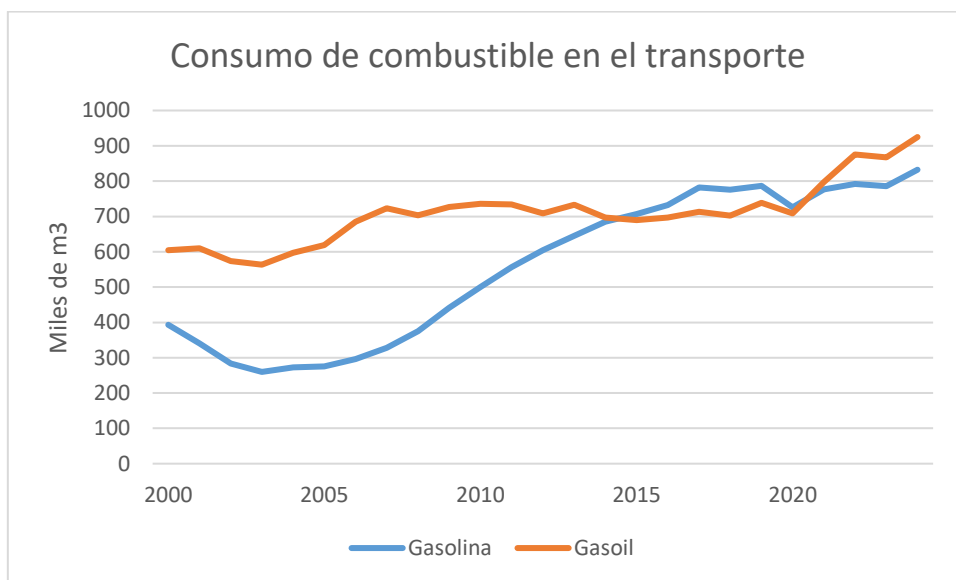
El consumo energético del transporte se encuentra determinado por el combustible empleado en los vehículos de combustión y por el consumo eléctrico de los vehículos con batería. El comportamiento del consumo de combustible en el transporte se encuentra influenciado directamente por el parque vehicular, tanto por su tamaño como por la participación de los distintos tipos de vehículos. La categoría de "camiones y tractores" es solo el 4% del parque automotor, pero representa el 32% del consumo de combustible y el 34% de las emisiones.

Imagen 1 Estructura del parque automotor, consumo de combustibles y emisiones de CO₂ en 2023. Tomado del BEN 2023



El consumo de combustible del sector carretero representa casi la totalidad (99%) del sector transporte. El gasoil es el combustible más consumido en el transporte con 761 ktep (55%) seguido de la gasolina automotora con 626 ktep (45%), para el promedio de los años 2022-2024. A partir de los indicadores energéticos se puede estimar el consumo volumétrico de combustibles por el transporte, mediante el Poder Calorífico Inferior (PCI)⁴ de la gasolina y gasoil:

Gráfico 2 Consumo de gasolina y gasoil en el sector transporte en Uruguay. Elaborado a partir de datos del BEN

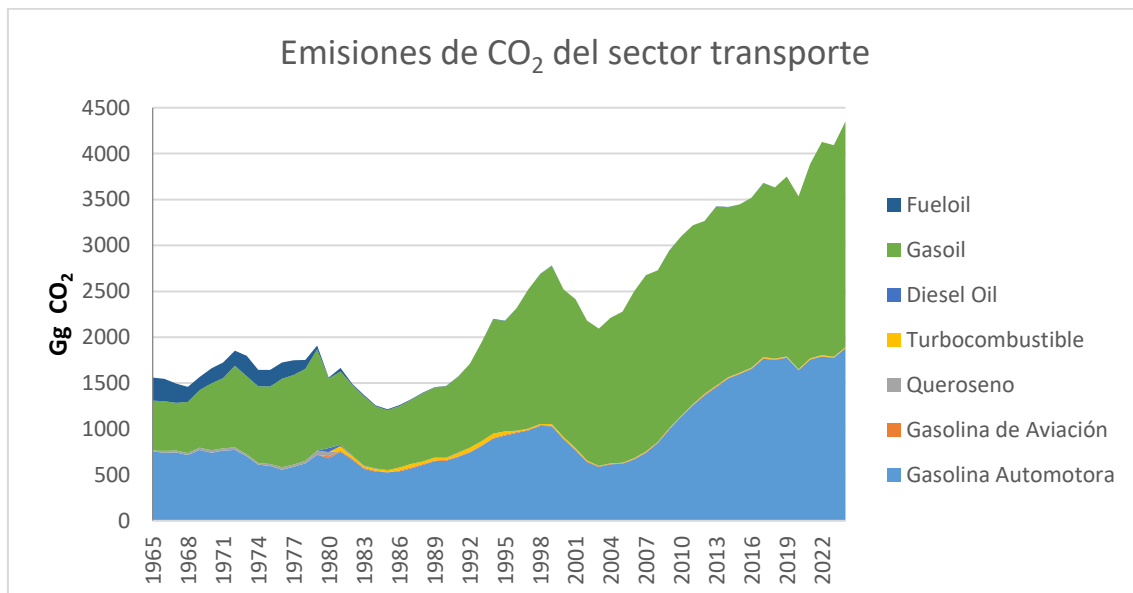


El BEN también determina las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de combustibles. El sector transporte ha aumentado sostenidamente las emisiones, así como la participación en el total de las emisiones asociadas a la energía. En 1965 el transporte representaba el 41% de las emisiones del

⁴ El PCI es la cantidad de energía liberada por la combustión completa de una unidad de combustible, sin considerar el calor de condensación del vapor de agua generado durante la combustión. Se utiliza para evaluar la eficiencia energética real de los combustibles en procesos donde los gases de escape no se condensan (por ejemplo, en motores o calderas convencionales).

total de energía consumida, mientras que para el promedio de los años 2022-2024 es cifra asciende a 65%⁵. Determinada por el consumo, las mayores emisiones del transporte provienen primero del consumo de gasoil y segundo de la gasolina automotora. Para el 2024 las emisiones totales del transporte alcanzaron los 4.350 Gg de CO₂.

Gráfico 3 Emisiones de CO₂ por combustible para el sector de transporte en Uruguay. Elaborado a partir de datos del visualizador web del BEN



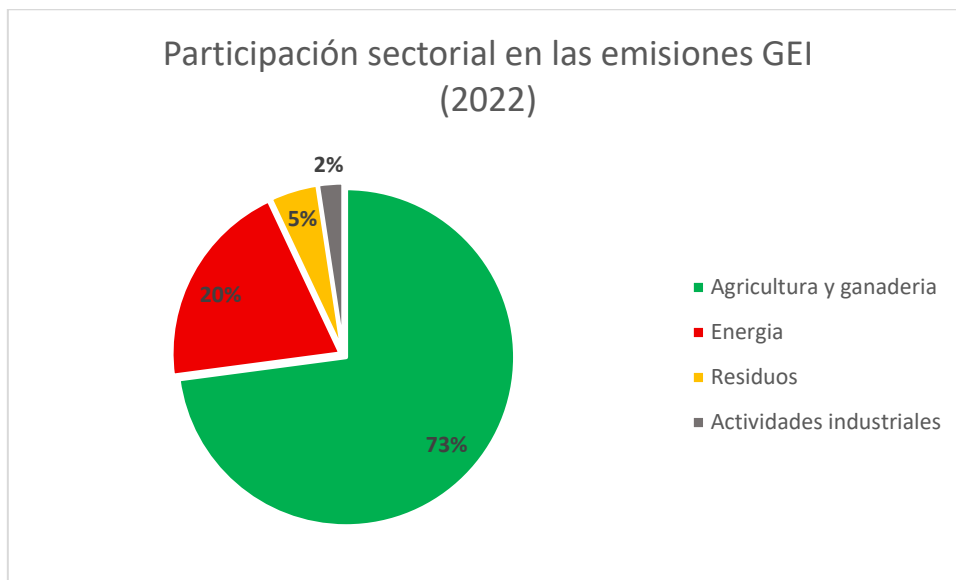
2.4 Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero

El último Inventario Nacional de emisiones contiene la contabilización de las emisiones GEI por fuente del año 2022. Las emisiones totales se engloban en unidades de CO₂-eq (equivalentes de dióxido carbono) lo que permite contabilizar de forma conjunta los diferentes tipos de gases de efecto

⁵ Cabe destacar que dentro del total de emisiones asociadas al consumo energético no se contempla la quema de biomasa, cuya magnitud es relevante, debido a que se contabiliza en conjunto con la remoción de carbono producto del crecimiento de biomasa en todo el país. La quema de biomasa generó 8.910 Gg de CO₂ en 2022, más del doble que las emisiones del transporte.

invernadero (CO₂, CH₄, N₂O, entre otros). Las emisiones totales de Uruguay corresponden a 37.514 kton CO₂-eq, las cuales se distribuyen por sector de acuerdo con el Gráfico 4.

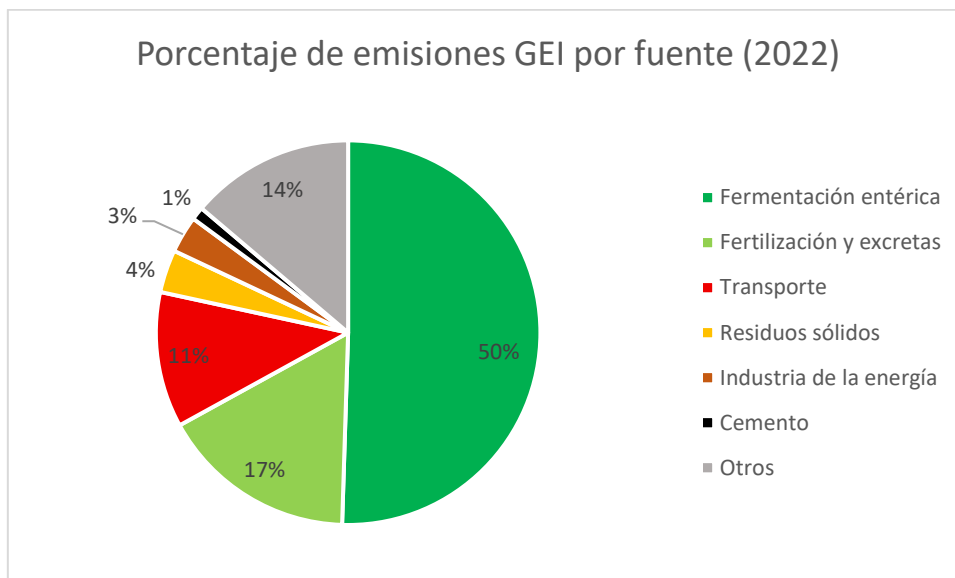
Gráfico 4 Contribución sectorial a las emisiones GEI de Uruguay (2022). Fuente: INGEI 1990-2022



Tal como se aprecia, la preponderancia de las emisiones del sector agropecuario es relevante en Uruguay. Cabe aclarar que en esta información no se contabilizan las remociones de GEI (forestación y manejo adecuado de suelos), en cuyo caso el sector agropecuario es el único que contribuye en ese sentido y que compensan las emisiones de CO₂ de los otros sectores.

El sector del transporte se contabiliza dentro de Energía, siendo responsable del 11,4% de las emisiones nacionales (Gráfico 5). El transporte ha sido históricamente el principal sector responsable de emisiones de CO₂-eq de la categoría Energía, superado únicamente por Industrias de la energía en el año 2008 producto de bajos niveles de energía hidráulica y su consecuente consumo de combustibles fósiles para generación.

Gráfico 5 Participación de las emisiones GEI por las principales fuentes. Fuente: INGEI 1990-2022



En el año 2022, el transporte terrestre emitió 4.082 kt de CO₂-eq. En lo que respecta a la apertura por subcategoría transporte terrestre para el 2022, el 43% (1.755 kt CO₂-eq) de las emisiones provinieron de camiones y buses, seguidos por los automóviles y las camionetas que representaron el 27% y el 26% respectivamente.

3 Caracterización de la logística y el transporte de la cadena cárnica

3.1 Fase primaria

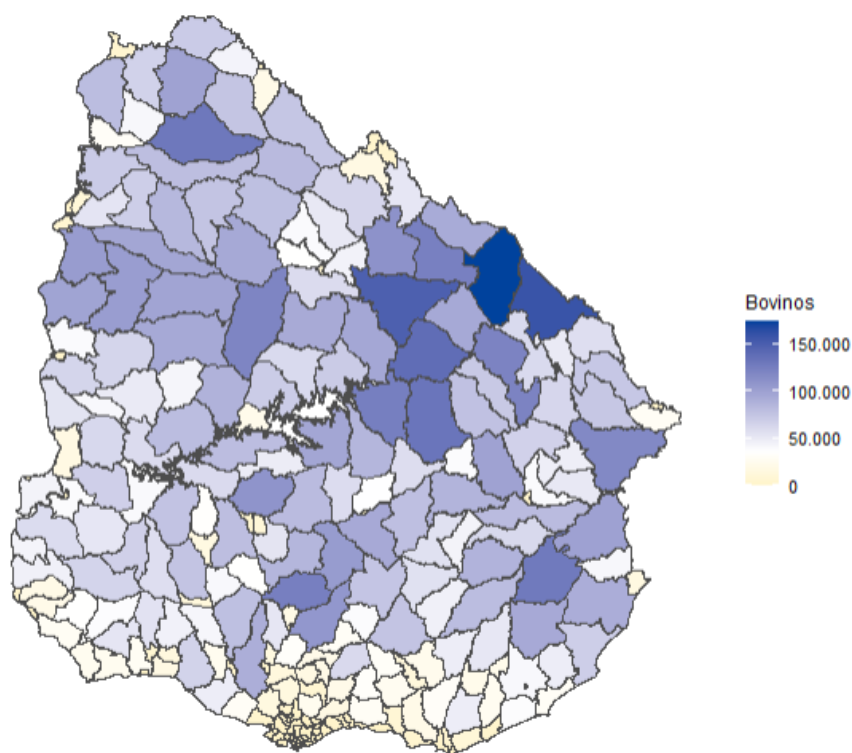
La producción ganadera se encuentra presente en todo el país, con un stock bovino que ha oscilado entre 11 y 12 millones de cabezas en los últimos 20 años, lo que marca un período de estabilidad. Para los años analizados en el presente trabajo, el stock ganadero se resume en la tabla a continuación:

Tabla 9 Stock de ganado vacuno no lechero. Fuente: SNIG

Año	Stock ganado vacuno no lechero (cabezas)
2022	11.574.614
2023	11.878.443
2024	11.449.817

Sin embargo, la distribución de este stock no es homogénea, identificándose regiones del país donde existe mayor presencia de la producción (Figura 1), sobre todo en los departamentos de Tacuarembó, Cerro Largo, Florida, Durazno y el litoral norte (Salto y Artigas).

Figura 1 Distribución del stock ganadero no lechero por seccional policial. Elaboración propia con datos del SNIG



A su vez, el ganado bovino es movilizado a lo largo del país, transportado por carreteras, entre distintos predios ganaderos y sistemas productivos. El

proceso de producción de ganado vacuno para faena pasa por tres etapas básicas:

- Cría: etapa que abarca desde el nacimiento del ternero hasta que es destetado de su madre, cuando pesa en el entorno de 150 kg.
- Recría: etapa en la que el ternero se desarrolla y gana peso progresivamente hasta alcanzar entre 280 y 350 kg, dependiendo del sistema.
- Terminación o engorde: fase final en la que el novillo alcanza su peso de faena, entre 480 y 550 kg, adquiriendo la conformación corporal y la cobertura grasa adecuadas para su valorización industrial.

Cada una de estas etapas puede desarrollarse en distintos predios ganaderos o en un mismo predio (ciclo completo). Esto se debe a los distintos requerimientos energéticos y nutricionales de cada etapa, lo que conlleva a la especialización del predio ganadero de acuerdo, por ejemplo, a su ubicación geográfica, características del suelo, entre otras. A su vez, el proceso de terminación se lleva a cabo en predios ganaderos pastoriles o en establecimientos de engorde a corral. Estos últimos han crecido en relevancia durante los últimos años, alcanzando el 15% de la faena para el período 2022-2024 (unos 364.000 animales por año) (INAC, 2024). Finalmente, una vez el animal adquiere el peso y la terminación adecuada, es transportado a la planta de faena.

Para el caso de la cantidad de bovinos faenados, los datos de los últimos 20 años marcan una estabilidad en el entorno de las 2,3 millones de cabezas, destacando el año 2022 como la faena más alta del siglo con 2,6 millones.

Otra cifra relevante en la producción primaria es la producción anual de carne en peso vivo, determinada por el MGAP, la cual resulta en un promedio de 1,2 millones de toneladas anuales para el período 2022-2024 (MGAP, 2024). En lo referido al origen de los animales previo a la faena sobresalen departamentos como Soriano, Canelones, Florida y Durazno, donde se ubican mayoritariamente los sistemas de terminación. La Tabla 10 resume los datos por departamento en cuanto al stock bovino y el origen del ganado para faena.

*Tabla 10 Resumen del stock y origen del ganado para faena, por departamento (promedio 2022-2024).
Elaboración propia con datos de SNIG e INAC.*

Departamento	Stock bovino		Faena	
	Cabezas	%	Cabezas	%
<i>Artigas</i>	712.257	6	120.963	5
<i>Canelones</i>	320.543	3	127.691	5
<i>Cerro Largo</i>	979.206	8	151.648	7
<i>Colonia</i>	425.148	4	104.962	5
<i>Durazno</i>	864.364	7	184.949	8
<i>Flores</i>	375.620	3	95.119	4
<i>Florida</i>	924.118	8	175.655	8
<i>Lavalleja</i>	656.934	6	96.445	4
<i>Maldonado</i>	238.186	2	23.940	1
<i>Montevideo</i>	2.237	0	1.344	0
<i>Paysandú</i>	793.044	7	158.253	7
<i>Río Negro</i>	545.023	5	149.491	6
<i>Rivera</i>	645.923	6	86.794	4
<i>Rocha</i>	702.961	6	111.073	5
<i>Salto</i>	840.186	7	113.074	5
<i>San José</i>	390.540	3	105.920	5
<i>Soriano</i>	542.586	5	268.139	12
<i>Tacuarembó</i>	1.040.721	9	167.340	7
<i>Treinta y Tres</i>	634.694	5	81.344	3
TOTAL	11.634.291		2.324.145	

Para determinar la cantidad de ganado movilizado entre campos, y la distancia recorrida, fue realizada una solicitud de información al SNIG,

dependiente del MGAP, para acceder a los datos de movimientos de ganado entre campos. Por razones de confidencialidad de la información los datos finalmente proporcionados fueron agrupados en movimientos totales (entre campos, a faena y exportación en pie). De esta forma las cabezas movilizadas entre establecimientos fueron estimadas sustrayendo a los movimientos generales las cabezas movilizadas a faena y exportación. En cuanto a las distancias recorridas y el peso promedio de los animales, se utilizaron las determinaciones previas realizadas por Souto, Tommasino, Errea y Sáder (2018) para el año 2016.

Tabla 11 Estimación del ganado movilizado entre campos vía transporte carretero. Elaboración propia a partir de información de SNIG y de Souto Tommasino, Errea y Sáder (2018)

Año	2016	2022	2023	2024
Stock	11.993.357	11.574.614	11.878.443	11.449.817
Cabezas movilizadas	5.220.562	4.199.385	4.092.756	3.771.337
Peso promedio (kg)	314	314	314	314
Toneladas	1.639.256	1.318.607	1.285.125	1.184.200
Km promedio	114	114	114	114
Miles ton-km	186.875	150.321	146.504	134.999

Existe otra operación de movimiento de ganado bovino de relevancia que es la exportación en pie. En general la operativa implica la concentración de ganado en un predio para luego ser transportado a la aduana de salida. Este mercado es inestable, teniendo variaciones entre años, y destacando el año 2018 como el momento de mayor exportación: 421.000 cabezas. De acuerdo con datos del INAC, desde el año 2019 las exportaciones se realizan a destinos que implican la salida únicamente por el puerto de Montevideo. Para los años 2022 a 2024 las cifras de exportación en pie de bovinos fueron:

Tabla 12 Exportación de ganado en pie en los años 2022-2024. Fuente: INAC

Año	Cabezas	Peso promedio	Toneladas totales
2022	80.299	290 kg	23.287
2023	298.510	282 kg	84.180
2024	346.940	299 kg	103.735
Promedio	241.916	291 kg	70.401

3.2 Fase Industrial

El ganado, una vez adquiere el peso y la conformación adecuada, es transportado a las distintas plantas de faena del país. Desde el año 2011 la faena ha oscilado entre 2,0 y 2,6 millones de cabezas. Se observa una tendencia de animales cada vez más pesados (Gráfico 6), producto del aumento de animales provenientes de establecimientos de engorde a corral, lo que ha aumentado la producción de carne: entre 2011 y 2020 la producción promedió las 537.000 toneladas peso canal⁶ (tpc), mientras que en el período 2021-2024 promedió 619.000 tpc.

⁶ La tonelada peso canal corresponde al peso de la canal bovina obtenida inmediatamente después de la faena, sin cuero, cabeza, vísceras ni extremidades. Se utiliza como unidad estandarizada para expresar la producción y el comercio de carne, así como para el cálculo de indicadores de desempeño y huellas ambientales. Una tonelada peso canal equivale aproximadamente a 0,7 toneladas de carne desosada.

Gráfico 6 Evolución del peso de los animales en cuarta balanza⁷. Fuente: INAC



Según datos del INAC, entre el año 2022 y 2024, 35 plantas han realizado actividades de faena de bovinos, promediando el procesamiento de 2.324.145 animales, que significan 1.143.906 toneladas de peso vivo (Tabla 13). No todo el peso vivo de un bovino se transforma en carne. El rendimiento⁸ típico de un bovino en Uruguay ronda el 53%.

Tabla 13 Estadísticas de faena para los años 2022 a 2024. Fuente: INAC

Año	Cabezas	Kg vivo (por animal)	Toneladas totales	Rendimiento (%)	Producción (tpc)
2022	2.410.555	486	1.171.530	52,7	617.102
2023	2.305.757	491	1.132.127	53,1	599.497
2024	2.256.123	500	1.128.062	52,7	593.360
Promedio	2.324.145	492	1.143.906	52,8	603.598

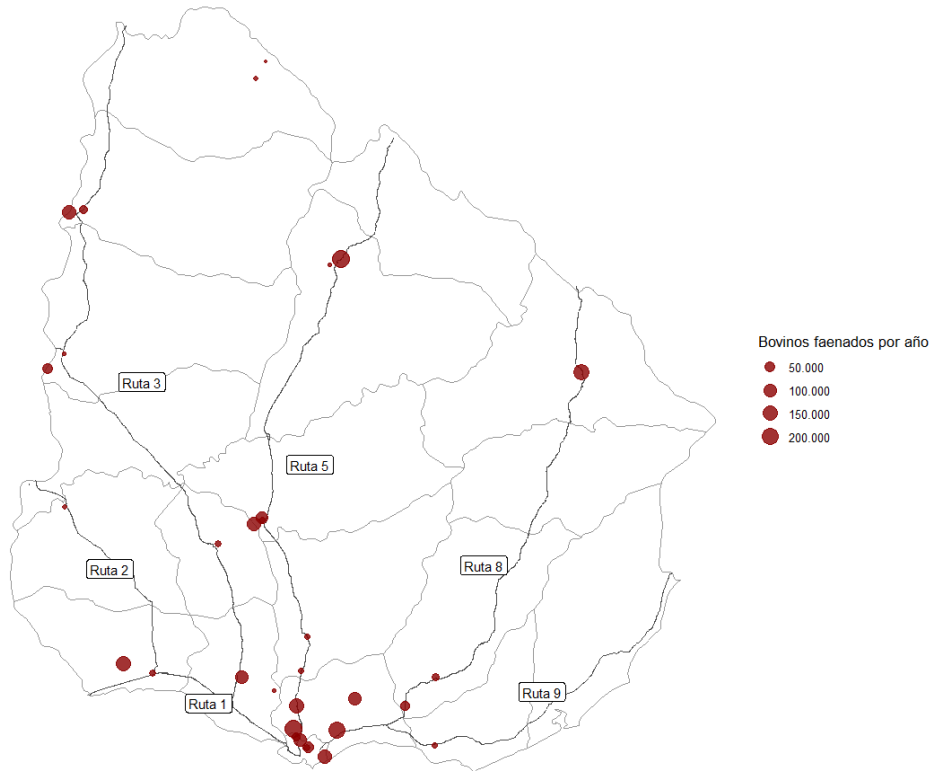
El 90% de la faena se explica por 16 plantas frigoríficas. En cuanto a la distribución, aproximadamente la mitad de la faena se realiza en plantas ubicadas en los departamentos de Canelones y Montevideo. El resto de las

⁷ Peso de la canal en caliente.

⁸ Porcentaje del peso vivo del animal que se convierte en canal luego de la extracción de cabeza, patas, cuero, sangre y vísceras.

plantas se distribuyen principalmente entre Colonia, San José, Durazno, Cerro Largo, Salto y Tacuarembó (Figura 2).

Figura 2 Distribución de las plantas de faena bovinas indicando faena anual (promedio 2022-2024).
Elaboración propia con datos de INAC.



En función de la ubicación de las plantas, la carne bovina para exportación y para el mercado doméstico es movilizada utilizando como ejes principales las rutas nacionales 1, 3, 5 y 8.

3.3 Exportación de carne bovina

Según datos del INAC, alrededor del 80% de la producción de carne bovina se exporta. De acuerdo con los datos de Uruguay XXI, los volúmenes exportados (en peso embarque⁹) para el período 2022-2024 son:

Tabla 14 Toneladas exportadas de carne vacuna en peso embarque. Fuente: Uruguay XXI

Año	Toneladas (peso embarque)
2022	382.063
2023	366.254
2024	351.092
Promedio	366.470

La carne bovina es exportada, congelada o refrigerada, a través de las distintas aduanas del país en función del mercado destino y/o de las conveniencias logísticas (por ejemplo, utilizar un puerto marítimo de Brasil por frigoríficos ubicados cercanos a la frontera con ese país). Por otra parte, la mayor parte de la carne exportada es transportada en contenedores refrigerados, debido a que serán cargados en un buque. Existe un pequeño flujo comercial a través del aeropuerto de Carrasco, en el cual se espera que la carne sea transportada hasta los aviones en camiones refrigerados de mediano porte, dados los menores volúmenes implicados.

Se accedieron a los datos de la DNA, para las exportaciones de carne vacuna enfriada y congelada (NCM 02.01 y 02.02) diferenciada por aduana de salida.

⁹ Peso embarque es el peso neto del producto exportado. Es distinto al peso canal dado que en general se extrae los huesos de la canal.

En la Tabla 15, se observan las toneladas exportadas de carne (peso embarque) a través de los distintos pasos aduaneros del país¹⁰.

Tabla 15 Exportaciones de carne vacuna por aduana de salida. Fuente: DNA

Exportación de carne por aduana															
Año	Carrasco		Chuy		Fray Bentos		Montevideo		Paysandú		Río Branco		Rivera		Total Ton.
	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%	
2022	2.067	0,5%	4.878	1,2%	6.596	1,6%	365.750	91,2%	1.569	0,4%	20.168	5,0%	200	0,0%	401.230
2023	2.701	0,7%	4.565	1,2%	6.950	1,8%	342.477	89,9%	1.579	0,4%	22.277	5,8%	483	0,1%	381.031
2024	3.075	0,8%	5.709	1,6%	4.610	1,3%	337.872	93,1%	1.216	0,3%	10.134	2,8%	415	0,1%	363.032
Total	7.844	0,7%	15.153	1,3%	18.157	1,6%	1.046.099	91,3%	4.364	0,4%	52.579	4,6%	1.098	0,1%	1.145.293

Las salidas por el puerto de Montevideo representan en promedio el 91% del total de las toneladas exportadas, seguidas por Río Branco con el 5%. Para el resto de las aduanas del país los movimientos son menores.

A partir de una solicitud de información realizada al INAC, se obtuvieron datos referidos a la cantidad de embarques, y las toneladas asociadas, según lugar de origen y aduana de salida. De esta forma, conociendo la distancia entre el origen y cada aduana, fue determinada las toneladas-kilómetros (Tabla 16). A su vez, fue calculado un promedio ponderado por las toneladas movilizadas de las distancias para las exportaciones de carne vacuna.

Tabla 16 Cargas movilizadas en miles de ton-km y distancia recorrida por embarque de exportación de carne vacuna. Elaboración propia con datos de INAC.

	2022	2023	2024
Toneladas	392.449	373.904	363.326
Distancia promedio (km)	162	170	166
Miles ton - km	63.600	63.384	60.168

¹⁰ Existen pequeñas diferencias con las bases de datos de Uruguay XXI en el monto total anual. Sin embargo, se consideran despreciables para los cálculos posteriores.

Entre 2022 y 2024 la exportación de carne vacuna ha significado la movilización de un promedio anual de 62.384 mil ton-km, con una distancia recorrida de 166 km entre las plantas frigoríficas y las aduanas.

En lo que refiere a las características de la logística según la aduana de salida, es posible determinar las siguientes diferencias:

- Puerto de Montevideo: embarque de carne en contenedores refrigerados de 20 y 40 pies, con una capacidad de carga aproximada de 12 y 27 toneladas, respectivamente.
- Aduanas de Chuy, Fray Bentos, Paysandú, Río Branco y Rivera: salidas vía terrestre a través de contenedores o camiones refrigerados.
- Aduana de Carrasco: embarques vía transporte aéreo de pocas toneladas y alto valor. En general, se utilizan camiones de menor porte dada la reducida carga por embarque.

Específicamente, para las exportaciones por el puerto de Montevideo se detalla la proporción por origen de la carga en la tabla a continuación:

Tabla 17 Promedio de exportaciones por origen de la carga (2022-2024) de los principales departamentos, con salida por el puerto de Montevideo. Elaboración propia en base a datos de INAC

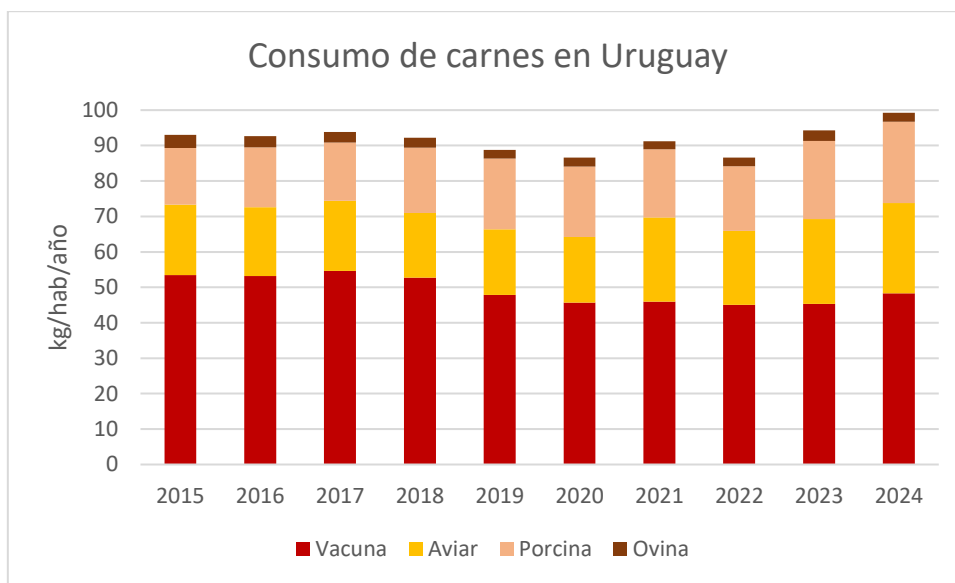
Origen	Toneladas anuales	% del total	Ruta principal
Canelones	147.706	43	5
Tacuarembó	39.497	11	5
Durazno	35.361	10	5
Colonia	31.219	9	1
Salto	25.510	7	3, 1
Montevideo	18.489	5	Varias
San José	17.516	5	1
Rocha	10.368	3	9, 8
Cerro Largo	8.193	2	8
Paysandú	5.981	2	3, 1

Lavalleja	4.542	1	8
-----------	-------	---	---

3.4 Mercado doméstico

Según datos del INAC, en el año 2024 el consumo total de proteína animal alcanzó los 99,3 kg/hab/año. Si bien la carne bovina ha ido disminuyendo su participación frente a alternativas más económicas como la carne aviar y porcina, continúa siendo la más consumida por los uruguayos con 48,3 kg/hab/año (Gráfico 7).

Gráfico 7 Consumo de carnes en Uruguay por especie. Fuente: INAC



El mercado doméstico de carne vacuna se abastece principalmente de las plantas frigoríficas del Uruguay, aunque la carne importada configura una porción relevante y creciente del abastecimiento.

Tabla 18 Consumo doméstico de carne vacuna por origen. Fuente: INAC

	2022	2023	2024	Promedio
Carne nacional (ton)	94.154	97.610	104.894	98.886

<i>Carne importada (ton)</i>	32.194	32.737	36.877	33.936
<i>Total (ton)</i>	126.348	130.347	141.771	132.822

La carne se distribuye por todo el territorio nacional mediante camiones refrigerados de distinto porte, aunque es usual que se utilicen camiones con capacidad de transporte de entre 8 y 12 toneladas de carne. Cada movimiento de carne en el mercado doméstico debe contar con una guía de movimiento, fiscalizada por INAC. Desde fines del año 2022, estas guías se encuentran digitalizadas a través del Sistema de Registro y Gestión del Abasto (SRGA). A través de una solicitud de información a INAC, se accedió a los datos de los movimientos de carne y menudencias en el mercado doméstico, según origen de la carga y puntos de descarga. A partir de esta información, fueron calculados los indicadores de movilización de carne dentro del mercado doméstico:

Tabla 19 Movilización de carne y menudencias bovinas en el mercado doméstico. Elaboración propia a partir de datos de INAC

	2023	2024
<i>Toneladas</i>	171.016	174.449
<i>Distancia promedio (km)</i>	128	137
<i>Miles ton – km</i>	21.914	23.916

Cabe remarcar que los volúmenes movilizados superan al consumo debido a que existen movimientos de mercadería entre depósitos, la que luego es movilizada para su consumo final.

De acuerdo con los datos suministrados por INAC, el departamento de Canelones explica el 60% del total del origen de las cargas de carne vacuna al mercado doméstico. Por su parte, Montevideo y Canelones totalizan

alrededor del 60% de las descargas de carne. En el resto de los departamentos, las descargas son menores al 6% del total, en línea con la proporción de habitantes de cada uno de ellos. Los flujos comerciales entre los distintos departamentos alcanzan alrededor de 220 combinaciones entre ellos. En la tabla a continuación se detallan los principales flujos anuales entre los departamentos:

Tabla 20 Movimientos anuales (promedio 2023 y 2024) de carne vacuna en el mercado doméstico por los principales orígenes y destinos. Elaboración propia a partir de datos de INAC

<i>Origen</i>	<i>Destino</i>	<i>Toneladas</i>	<i>% del total</i>	<i>Ruta principal</i>
<i>Canelones</i>	Montevideo	46.346	27	5
<i>Canelones</i>	Canelones	35.998	21	11
<i>Canelones</i>	Maldonado	5.264	3	Interbalnearia
<i>Montevideo</i>	Canelones	4.437	3	5
<i>Cerro Largo</i>	Montevideo	3.322	2	8
<i>Paysandú</i>	Paysandú	3.153	2	3
<i>Montevideo</i>	Montevideo	3.117	2	Interna
<i>Canelones</i>	San José	3.117	2	11
<i>Rocha</i>	Montevideo	2.832	2	9
<i>Canelones</i>	Florida	2.222	1	5
<i>Salto</i>	Salto	2.248	1	3
<i>Colonia</i>	Montevideo	1.924	1	1
<i>Canelones</i>	Salto	1.758	1	3
<i>Canelones</i>	Soriano	1.481	1	11
<i>Canelones</i>	Tacuarembó	1.237	1	5
<i>Otras 200 combinaciones aprox. (cada una <1% del total)</i>		54.289	30	Varias

Tal como se indica en la tabla, el 30% del flujo de carne vacuna en el mercado doméstico se explica por alrededor de 200 combinaciones, en las que cada una representa menos del 1% del total (1.700 kg).

3.5 Importación de carne bovina

La importación de carne vacuna representa una porción relevante del consumo de carne doméstico. De acuerdo con datos del INAC, las importaciones de carne vacuna significaron:

Tabla 21 Toneladas importadas de carne vacuna en peso embarque. Fuente: INAC

<i>Año</i>	<i>Toneladas (peso embarque)</i>
2022	32.787
2023	33.494
2024	38.361
<i>Promedio</i>	34.881

Para el caso de la importación de carne bovina, si bien los volúmenes son menores a la carne exportada, suponen cargas que deben contemplarse en la logística de la cadena cárnica. La carne importada luego de ingresar por las aduanas es remitida a los centros de distribución de las empresas, ubicadas en zonas cercanas a los centros de consumo de mayor relevancia del país. La carne importada ingresa al país mayoritariamente a través de camiones refrigerados, siendo poco frecuente la importación en contenedores dada la baja carga que ingresa por el puerto de Montevideo.

De la misma forma que para las exportaciones, a través de los datos de la DNA, se conforma con los movimientos de importación de carne vacuna por aduana de entrada:

Tabla 22 Importaciones de carne vacuna por aduana de entrada. Fuente: DNA

Importación de carne por aduana															
Año	Carrasco		Chuy		Fray Bentos		Montevideo		Paysandú		Río Branco		Rivera	Total	
	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%	Ton.	%	
2022	9	0,0%	18.209	51,4%	7.046	19,9%	746	2,1%	2.146	6,1%	7.255	20,5%	25	0,1%	35.435
2023	0	0,0%	20.438	56,7%	3.819	10,6%	947	2,6%	2.727	7,6%	8.014	22,2%	100	0,3%	36.044
2024	8	0,0%	23.498	57,6%	4.598	11,3%	535	1,3%	3.609	8,8%	8.186	20,1%	382	0,9%	40.815
Total	17	0,0%	62.145	55,3%	15.463	13,8%	2.227	2,0%	8.483	7,6%	23.454	20,9%	507	0,5%	112.295

Entre los años 2022 y 2024 fueron importadas en promedio 37.400 toneladas de carne bovina¹¹. La principal aduana de entrada al país es la del Chuy, concentrando en promedio el 55% de las importaciones. Le siguen la aduana de Río Branco (21%) y Fray Bentos (14%). Tal como se aprecia en la Tabla 22 las entradas por el Puerto de Montevideo son bajas (742 toneladas en promedio), mientras que por el aeropuerto de Carrasco son prácticamente cero.

De forma similar al cálculo realizado para las exportaciones, se obtuvieron las importaciones de carne vacuna (toneladas brutas) diferenciadas por aduana de ingreso, lo que permitió determinar las toneladas-kilómetro movilizadas para cada importador, a partir de la distancia entre las plantas y las aduanas. A su vez, se determinó un promedio ponderado por las toneladas movilizadas de las distancias recorridas para todas las empresas y para las importaciones en general. Entre 2022 y 2024 la importación de carne vacuna ha significado la movilización de un promedio anual de 12.556 mil ton-km, representando una movilización promedio de 335 km entre la aduana de ingreso y los importadores.

¹¹ Nuevamente los datos de Aduana presentan leves diferencias respecto a los de INAC dado que utilizan metodologías distintas. Para los cálculos logísticos y de emisiones se utilizarán los datos de Aduana.

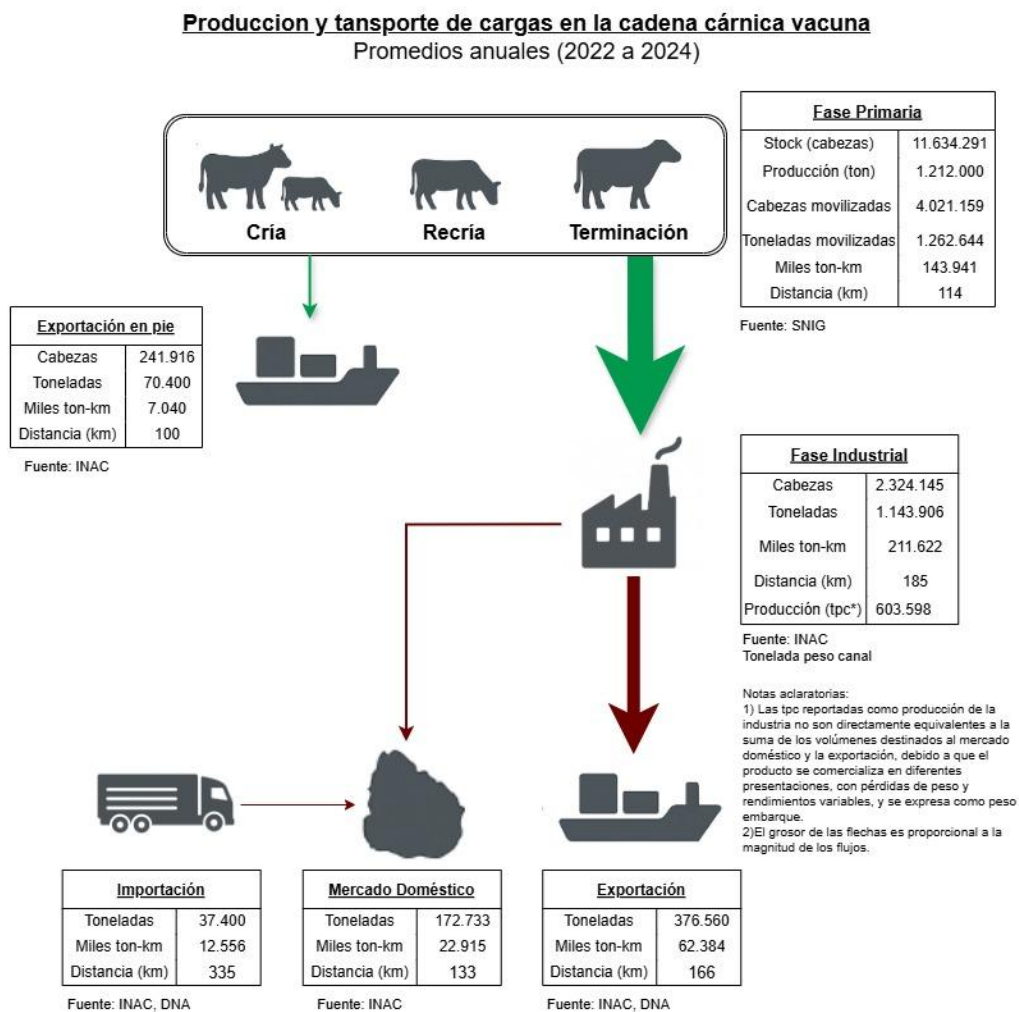
De forma análoga a las exportaciones, las entradas por las aduanas terrestres se hacen principalmente a través de semi-remolques refrigerados con una capacidad de carga de entre 24 y 28 toneladas de producto. Por otra parte, las importaciones que hacen ingreso por el puerto de Montevideo lo hacen a través de contenedores.

3.6 Resumen de la logística de la cadena cárnica vacuna

Entre los años 2022 y 2024, la cadena cárnica vacuna movilizó en promedio 3.063.675 toneladas anuales de cargas, lo que significó 460.458 miles ton-km. Estos valores son similares a los reportados por el BID para el año 2019.

El diagrama a continuación contiene el resumen de la información contenida en la presente sección.

Figura 3 Esquema de la logística y el transporte de la cadena cárnica vacuna. Los datos en blanco serán completados una vez se acceda a la información solicitada. Elaboración propia



4 Caracterización de la flota

En esta sección se presenta la caracterización de la flota de transporte asociada a la cadena cárnica vacuna. La caracterización de los vehículos es necesaria para determinar las cargas movilizadas por viaje, dato fundamental para luego estimar el consumo de combustible. A su vez, los tipos y tamaños de vehículos utilizados determinarán el rendimiento del consumo de combustible, otro insumo necesario para el cálculo del consumo de combustible total de la flota en cada etapa.

4.1 Flota de movimiento de ganado

En Uruguay, la totalidad del movimiento de ganado es terrestre. En el año 2018 se estimó que el número de camiones de transporte de hacienda es aproximadamente 800 vehículos (Gibernau y Resio, 2018). La característica distintiva de este tipo de camiones es la jaula para la contención de los animales, clasificándose cada camión según los metros de jaula. Gibernau y Resio (2018) determinaron que la longitud total de jaula más común es la de 18 metros, en comparación con las de 12 o 15 metros que serían menos rentable dado que transportan menos carga por viaje. La capacidad de carga del vehículo se basa en la relación del peso de los animales con respecto a la superficie interna de las jaulas. A su vez, se debe respetar cierto espacio mínimo entre bovinos por cuestiones de bienestar animal y por consideraciones económicas de pérdidas de producto por machucones, lesiones o muertes ocasionado por un mal manejo en el transporte. La AUTHA publica tablas a modo de referencia con la cantidad de animales a cargar por categoría y por metro de jaula:

Tabla 23 Capacidad de las jaulas para transporte de vaquillonas y novillitos según AUTHA. Extraído de Hernández y Martínez, 2023.

VAQUILLONAS Y NOVILLITOS						
Peso (kg)	Jaula (m)					
	13	14	15	16	17	18
	Cantidad de animales					
300	40	44	48	52	56	58
350	35	38	41	44	47	50
400	31	34	37	40	43	46

Tabla 24 Capacidad de las jaulas para transporte de vacas y novillos según AUTHA. Extraído de Hernández y Martínez, 2023.

VACAS Y NOVILLOS						
Peso (kg)	Jaula (m)					
	13	14	15	16	17	18
	Cantidad de animales					
450	30	32	34	36	38	40
500	27	29	31	33	35	37
550	24	26	28	30	32	34
600	22	24	26	28	30	32

Existen diferentes tipos de vehículos, los cuales se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Camión simple: unidad tractora que tiene adosada una jaula.
- Camión remolque: unidad tractora con jaula que tiene adosada sobre su eje una segunda jaula.
- Camión doble piso: camión remolque, pero con jaula de dos pisos.

Imagen 2 Ejemplo de camiones de transporte de hacienda. Arriba izquierda: camión simple; arriba derecha: camión remolque; abajo izquierda: camión doble piso; abajo derecha: camión mixto. Extraído de Hernández y Martínez (2023).

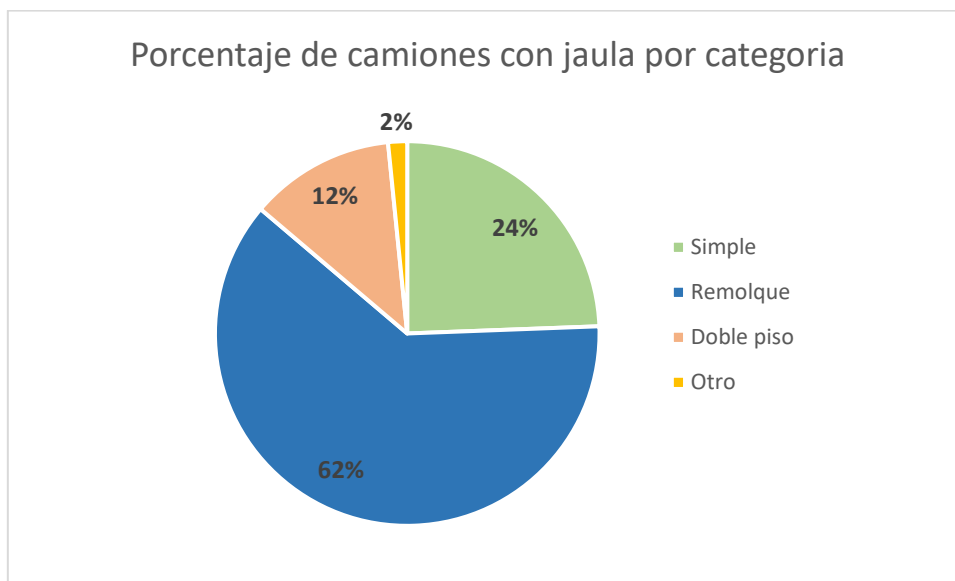


Las dimensiones máximas varían de acuerdo con lo permitido por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO): camión simple 13,2 m y camión con remolque 20 m (MTO, 2005).

Hernández y Martínez (2023) realizaron un relevamiento de los vehículos de transporte que arribaban a plantas de faena entre abril y octubre de 2022. Las autoras obtuvieron información de 123 viajes de camiones, permitiendo generar información respecto a la caracterización de la flota. La flota contaba con una antigüedad promedio de 15 años, con el 10% de los camiones fabricados con posterioridad a 2020, mientras que el 65% fueron fabricados entre 2019 y 2010. Estos camiones relevados realizaron viajes con un promedio de 185 km desde los establecimientos ganaderos hasta las plantas de faena. En otros relevamientos previos se habían determinado distancias de 250 km (Huertas, 2008) y 230 km (Gibernau y Resio, 2018). Finalmente, Hernández y Martínez también relevan el tipo de camiones en

la muestra seleccionada, donde predominan los camiones remolque (Gráfico 8).

Gráfico 8 Porcentaje de camiones con jaula para transporte de ganado vacuno. Extraído de Hernández y Martínez, 2023



De acuerdo con la información recogida por Hernández y Martínez (2023) el promedio de animales transportados a faena por el camión simple fue de 25 animales, remolque 33, doble piso 44 y otro (mixto) 40. En función de estos datos, es posible estimar que la flota de transporte de hacienda hacia plantas de faena moviliza en promedio 33 animales por viaje.

Dada las cargas movilizadas en el transporte de hacienda, la mayor parte de los vehículos empleados presentan un peso bruto total combinado que puede clasificarse en las categorías de 16 a 32 toneladas y superior a 32 toneladas, en línea con las características de la flota total nacional (Tanco et al., 2022). Para este tipo de vehículos, se considera un consumo promedio de 40 l/100 km de diésel en condiciones de 100% de carga (Tanco, 2019). En cambio, cuando ese tipo de vehículos circula sin carga - retorno vacío o se

dirige al punto de carga - el consumo promedio se reduce a 30 l/100km (Du Plessis et al., 2023; Tanco, 2019).

4.2 Flota de transporte de carne para exportación

De acuerdo con lo detallado en la sección 3.3 Exportación de carne bovina existen tres vías de exportación, desde el punto de vista logístico. La más relevante es la exportación en contenedores refrigerados desde el puerto de Montevideo, o en algunos casos desde un puerto argentino o brasilero. Una segunda vía es a través de un flete aéreo por el Aeropuerto de Carrasco, en cuyo caso se emplean camiones refrigerados para el traslado hasta la aduana. Finalmente, existe la posibilidad de exportar carne vacuna vía terrestre (fundamentalmente a Brasil) en camiones de gran porte refrigerados, adecuados para largas distancias. En función de ello, se distinguen tres modalidades de transporte:

- Camión portacontenedor: tractor con semirremolque específico para la fijación de contenedores de distinto tipo y tamaño. Se asume que no hay diferencia entre los camiones que transportan contenedores de 20 y 40 pies. Al ser camiones pesados se asume un consumo de gasoil de 40 l/100 km cargado y 30 l/100 km sin carga.
- Camión simple para traslado al aeropuerto: del mismo tipo que los utilizados para el mercado doméstico (capacidad de carga de 1.500 a 2.000 kg y un consumo de 20 l/100 km)
- Camión semirremolque frigorífico: camión de tipo pesado con equipo de refrigeración utilizado para las exportaciones vía terrestre. Este tipo de camiones puede transportar hasta 28 toneladas, y se asume un consumo de 40l/100 km cargado y 30 l/100 km sin carga.

Imagen 3 Ejemplo de camión portacontenedores para exportación de carne vacuna.



Imagen 4 Ejemplo de camión refrigerado para transporte internacional vía terrestre de carne vacuna



4.3 Flota de transporte de carne al mercado doméstico

La carne vacuna comercializada en el mercado doméstico se moviliza a lo largo del país a través de una serie de canales comerciales diferenciados. Desde las plantas de faena se distribuye hacia depósitos de empresas distribuidoras, carnicerías, supermercados o plantas industrializadoras y/o

ciclo 2¹². A su vez, existe otro flujo que parte desde los depósitos de empresas distribuidoras o plantas industrializadoras hacia carnicerías, supermercados y restaurantes. Todos estos movimientos de carne deben contar con una guía de movimiento, la cual se encuentra digitalizada desde 2022 a través del Sistema de Registro de Gestión del Abasto (SRGA) del INAC.

Para el transporte de la carne se utilizan vehículos refrigerados, los cuales se pueden diferenciar en dos tamaños y capacidades de carga¹³:

- Furgón utilitario: capacidad de carga de 600 a 1.000 kg, con un consumo de gasoil promedio de 14 km/l (7 l/100 km) con el equipo de refrigeración encendido.
- Camión simple: capacidad de carga de 1.500 a 3.000 kg, con un consumo de gasoil promedio de 5 km/l (20 l/100 km) en condiciones urbanas.
- Camión mediano: capacidad de carga entre 5.500 kg y 8.000 kg, con un consumo de gasoil promedio de 30l/100 km en condiciones urbanas y 25 l/100 km en ruta.
- Camión pesado (semirremolque): capacidad de carga de hasta 28.000 kg y un consumo de 40l/100 km cargado y 30 l/100 km sin carga, en ruta.

¹² Plantas habilitadas para realizar desosado, las cuales no realizan faena, sino que se abastecen de medias canales y comercializan cortes

¹³ Los consumos de combustible fueron estimados a partir de consultas con operadores y de datos bibliográficos (Tanco, 2019; Universidad de Montevideo, 2022)

Imagen 5 Ejemplo de furgón utilitario utilizado para transporte de carne en el mercado doméstico.



Imagen 6 Ejemplo de camión simple refrigerado utilizado para el transporte de carne al mercado doméstico.



De acuerdo con un relevamiento realizado por la Universidad de Montevideo (2020), los camiones simples son los vehículos de uso más frecuente para el transporte al por menor de carnes, y su uso es prácticamente exclusivo al por mayor.

4.4 Flota de transporte de importación de carne al mercado doméstico

Tal como fue establecido en la Sección 3.5 - Importación de carne bovina, casi la totalidad (98%) de la importación se realiza a través de las aduanas terrestres. Para ello, se utilizan camiones de tipo semirremolque refrigerado, de la misma forma que para las exportaciones vía terrestre (Imagen 4). Por otra parte, para el caso de importación en contenedores a través del puerto de Montevideo se utiliza el mismo tipo de camiones portacontenedores que para la exportación (Imagen 3).

5 Cálculo de emisión de CO₂ del transporte y la logística

5.1 Metodología

La metodología desarrollada para el cálculo de las emisiones de CO₂¹⁴ asociadas al transporte y logística de la cadena cárnica vacuna se basa en las metodologías establecidas por el IPCC y la EEA, y utilizada por el Balance Energético Nacional. La metodología permite calcular las emisiones de CO₂ mediante la determinación del consumo de combustible en cada etapa. Luego, se multiplica el consumo de combustible por su correspondiente factor de emisión para determinar la cantidad de CO₂ emitido en la combustión.

¹⁴ En este caso, no se contemplan las emisiones de CH₄ y N₂O por considerarse pequeñas (Sección 2.2), y además porque requeriría conocer características de los motores. Tampoco son consideradas las emisiones asociadas a los sistemas de refrigeración.

$$Emisiones\ viaje\ CO_2\ (ton) = \sum_j Combustible_j \times FE_j$$

Combustible j : consumo de combustible en la etapa j

FE j : factor de emisión del combustible empleado en la etapa j

El factor de emisión en este caso es igual para todas las etapas dado que el combustible empleado es diésel, y es el mismo que se emplea en el BEN: 2,67 kg CO₂/litro.

El cálculo del combustible consumido en cada etapa será diferente en función de la información disponible y a la que fue posible acceder en el presente trabajo. En líneas generales, la determinación del consumo de combustible de cada etapa es:

$$Combustible_j = \sum_i km_i \times Rendimiento_i$$

km i : distancia recorrida en el viaje.

Rendimiento i : consumo de combustible en litros por km recorrido en cada viaje.

El trayecto que el transporte de carga recorre vacío, como son el traslado de la base al punto de carga y desde el punto de descarga hasta la base, suponen un factor importante en las emisiones GEI (Gold Standard Foundation, 2025). Por ello, es relevante considerar este aspecto en los cálculos. En los protocolos utilizados para cuantificar las emisiones de las flotas, es usual contabilizar el viaje vacío de retorno como parte de las emisiones asociadas al transporte de la carga. Para el cálculo del presente trabajo se debe considerar también el transporte hacia el punto de carga, el

cual cobra mayor relevancia para el transporte de ganado dado que los puntos de carga pueden encontrarse lejanos. Al no disponerse de información respecto a las distancias efectivamente recorridas en vacío, se sugiere la asignación proporcional a la emisión del transporte de la carga en función de un factor de viaje vacío (Smart Freight Centre, 2023). Entonces, para cada etapa de la cadena de transporte se determinará un consumo de combustible asociado al viaje de retorno.

5.2 Movimiento de ganado entre campos

La cantidad de viajes con movimientos de ganado entre campos se realiza en función de la cantidad de animales movilizados (sección 3.1), y en base a determinados supuestos. Estos supuestos son:

- La distancia promedio por viaje con carga es de 114 km (Tabla 4).
- El peso promedio por animal es de 314 kg (Tabla 5).
- En función del tamaño de jaula más frecuente (18 metros) y el peso promedio de los animales, se asume que en cada viaje se transportan 50 animales. (Sección 4.1)
- Se asume un viaje sin carga (vacío) equivalente en distancia a 114 km para cada viaje con carga, de forma de estimar el traslado hacia el punto de carga y hacia la base.
- El consumo de combustible promedio es de 40 l/100 km con carga y 30 l/100 km sin carga. (Sección 4.1).
- El factor de emisión del diésel es de 2,67 kg CO₂/litro. (IPCC, BEN).
-

Las emisiones de CO₂ del transporte de ganado entre campos resultan:

Tabla 25 Emisiones del transporte de ganado vacuno entre campos. Elaboración propia

Año	2022	2023	2024
Cabezas movilizadas	4.199.385	4.092.756	3.771.337
Toneladas movilizadas	1.318.607	1.285.125	1.184.200
Distancia promedio (km)	114	114	114
Miles ton-km	150.321	146.504	134.999

Viajes	83.988	81.856	75.427
Consumo diésel total (l)	6.702.242	6.532.109	6.019.075
Emisiones CO₂ totales (ton)	17.895	17.441	16.071

En función del nivel de emisiones calculado, la carga movilizada y los km recorridos es posible determinar la intensidad de emisiones promedio del transporte de ganado entre campos: 119 g CO₂/ton-km y 14 kg CO₂/ ton.

5.3 Exportación en pie

Para la exportación en pío los supuestos realizados fueron los mismos que el ítem anterior, pero con una distancia de viaje de 100 km, representativa desde una zona de acopio como lo es Florida hasta el puerto de Montevideo. Las emisiones de CO₂ del transporte para exportación de ganado en pie resulta:

Tabla 26 Emisiones del transporte para exportación de ganado en pie. Elaboración propia

Año	2022	2023	2024
Cabezas movilizadas	80.299	298.510	346.940
Toneladas movilizadas	23.287	84.180	103.735
Distancia promedio (km)	100	100	100
Miles ton-km	2.329	8.418	10.374
Viajes	1.434	5.331	6.195
Consumo diésel total (l)	100.374	373.138	433.675
Emisiones CO₂ (ton)	257	955	1.110

En este caso, la intensidad de emisiones promedio resulta de 110 g CO₂/ton-km y 11 kg CO₂/ ton.

5.4 Movimiento de ganado a faena

Al igual que para el movimiento de ganado entre campos, la determinación de la cantidad de viajes fue realizada en función de las estadísticas oficiales

de animales faenados, pesos promedio (Tabla 13). Los supuestos asumidos para el cálculo de las emisiones, en este caso, son:

- La distancia promedio por viaje con carga es de 185 km (Sección 4.1)
- En función del tamaño de jaula más frecuente (18 metros) y el peso promedio de los animales (Tabla 13), se asume que en cada viaje se transportan 33 animales (Sección 4.1).
- Se asume un viaje sin carga (vacío) equivalente en distancia a 185 km para cada viaje con carga, de forma de estimar el traslado hacia el punto de carga y hacia la base.
- El consumo de combustible promedio es de 40 l/100 km con carga y 30 l/100 km sin carga. (Sección 4.1).
- El factor de emisión del diésel es de 2,67 kg CO₂/litro. (IPCC, BEN).

Las emisiones de CO₂ asociadas a esta etapa resultan:

Tabla 27 Emisiones del transporte para exportación de ganado a faena. Elaboración propia

Año	2022	2023	2024
Cabezas movilizadas	2.410.555	2.305.757	2.256.123
Toneladas movilizadas	1.171.530	1.132.127	1.128.062
Distancia promedio (km)	185	185	185
Miles ton-km	216.733	209.443	208.691
Viajes	73.048	69.872	68.368
Consumo diésel total	9.459.716	9.048.424	8.853.656
Emisiones CO₂ totales (ton)	25.257	24.159	23.639

En función del nivel de emisiones calculado para esta etapa, la intensidad de emisiones promedio del movimiento de ganado a faena es de: 115 g CO₂/ton-km o 21 kg CO₂/ton.

5.5 Carne a exportación

Con los datos proporcionados por INAC fue determinada la cantidad de viajes por origen y aduana destino (ver Nota Metodológica). Además, se diferenciaron los viajes hacia el aeropuerto de Carrasco y el resto de las aduanas. En este caso los supuestos realizados para el cálculo de emisiones fueron:

- Para los viajes a Carrasco se asume el uso de un camión simple con consumo de 20 l/100km con carga y 15 l/100 km vacío.
- Para el resto de las aduanas se asume la utilización de un camión pesado para transporte de contenedores con consumo de 40 l/100km con carga y 30 l/100km vacío.
- Para todos los viajes se asume un viaje de retorno vacío igual a la distancia del viaje con carga.
- El factor de emisión del diésel es de 2,67 kg CO₂/litro. (IPCC, BEN).

Tabla 28 Cantidad de viajes y emisiones de la exportación de carne a través del aeropuerto de Carrasco. Elaboración propia a partir de datos de INAC.

Año	2022	2023	2024
Viajes Carrasco	980	1097	1064
Toneladas movilizadas Carrasco	1.887	2.520	2.856
Distancia promedio (km)	113	103	107
Miles ton-km	213	259	306
Consumo diésel (l)	46.655	47.047	57.548
Emisiones CO₂ (ton)	125	126	154

Tabla 29 Cantidad de viajes y emisiones de la exportación de carne mediante contenedores. Elaboración propia a partir de datos de INAC.

Año	2022	2023	2024
Viajes contenedores	26.176	19.794	20.587
Toneladas movilizadas contenedores	390.562	371.384	360.417
Distancia promedio (km)	162	170	166
Miles ton-km	63.386	63.125	59.862
Consumo diésel (l)	3.466.740	2.692.566	2.793.696
Emisiones CO₂ (ton)	9.256	7.189	7.459

En función de la cantidad de viajes, según las distintas modalidades, las emisiones totales del transporte en la exportación de carne resultan:

Tabla 30 Emisiones totales del transporte en la exportación de carne vacuna. Elaboración propia a partir de datos de INAC.

	2022	2023	2024
<i>Viajes</i>	27.156	20.891	21.651
<i>Toneladas</i>	392.449	373.904	363.326
<i>Distancia promedio (km)</i>	162	170	166
<i>Miles ton – km</i>	63.600	63.384	60.168
<i>Emisiones CO₂ (ton)</i>	9.381	7.315	7.613

Dado el nivel de emisiones y la carga transportada, la intensidad de emisiones del transporte en la exportación de carne vacuna es de 130 g CO₂/ton-km y 22 kg CO₂/ton.

5.6 Carne al mercado domestico

Los datos proporcionados por INAC permitieron determinar la cantidad de viajes y distancia recorrida, según el tipo de transporte (ver Nota Metodológica), para los años 2023¹⁵ y 2024. Para el cálculo de las emisiones asociadas se realizaron los siguientes supuestos:

- El tipo de transporte fue determinado según la cantidad de carga transportada: utilitarios < 1.000 kg, camión simple < 3.000 kg, camión mediano < 8.000 kg y camión pesado > 8.000 kg.
- El consumo de combustible por tipo de vehículo fue considerado según lo expuesto en la sección 4.3.

¹⁵ Las guías digitales de movimiento de carne del sistema SRGA comenzaron a funcionar a fines de 2022, por lo que solo se tiene información completa de 2023 y 2024 para este trabajo.

- Se asume un viaje de retorno vacío de la misma distancia que para el viaje de ida.
- El factor de emisión del diésel es de 2,67 kg CO₂/litro. (IPCC, BEN).

Tabla 31 Cantidad de viajes y emisiones de los movimientos de carne y menudencias vacunas al mercado interno en el año 2023. Elaboración propia a partir de datos de INAC.

	Utilitario	Camión simple	Camión mediano	Camión pesado
Viajes	24.544	24.211	16.281	2.796
Toneladas	10.334	45.130	74.293	41.259
Distancia promedio (km)	94	106	130	158
Miles ton-km	968	4.800	9.646	6.500
Consumo combustible (litros)	270.898	900.089	1.119.371	308.179
Emisiones CO ₂ (ton)	723	2.403	2.989	823

Tabla 32 Cantidad de viajes y emisiones de los movimientos de carne y menudencias vacunas al mercado interno en el año 2024. Elaboración propia a partir de datos de INAC.

	Utilitario	Camión simple	Camión mediano	Camión pesado
Viajes	23.497	27.465	18.109	2.175
Toneladas	10.519	52.006	82.593	29.332
Distancia promedio (km)	106	103	140	200
Miles ton-km	1.115	5.373	11.548	5.880
Consumo combustible (litros)	312.010	994.936	1.335.534	316.352
Emisiones CO₂ (ton)	833	2.656	3.566	845

En función de los viajes, las distancias recorridas y la modalidad de transporte, las emisiones de CO₂ asociadas para 2023 y 2024 resultan:

Tabla 33 Resultado de la estimación de emisiones del transporte de carne vacuna al mercado doméstico

	2023	2024
<i>Viajes</i>	67.832	71.246
<i>Toneladas</i>	171.016	174.449
<i>Distancia promedio (km)</i>	128	137
<i>Miles ton – km</i>	21.914	23.916
<i>Emisiones CO₂ (ton)</i>	6.938	7.900

Se observa un aumento de emisiones del 14% para 2024 respecto a 2023. Esto se debe a que el consumo de carne vacuna fue mayor en 2024, y este aumento ocurrió de forma relevante en la mayor parte de los departamentos del interior. Esto explica el aumento en las distancias recorridas promedio y el número de viajes, lo cual tuvo consecuencias en el nivel de emisiones. Para los años analizados las emisiones de CO₂ promediaron las 7.419 ton. Para la etapa de movilización de carne al mercado doméstico la intensidad de emisiones resulta en 323 g CO₂/ton-km y 43 kg CO₂/ton, en promedio para 2023 y 2024.

5.7 Importación de carne vacuna

Tal como fuera detallado en la sección 3.5, a partir de los datos de la DNA fueron obtenidos los volúmenes importados por cada empresa para los años 2022, 2023 y 2024, por aduana de ingreso. En este caso solo se contabilizan las emisiones en el territorio nacional, debido a que no se dispone de información del origen de la carga. En función de la distancia entre la empresa y las aduanas, fue determinada la distancia recorrida por cada viaje. Los supuestos realizados para el cálculo de las emisiones fueron:

- El tipo de transporte utilizado en cada viaje corresponde a un camión

pesado con un consumo de 40l/100km con carga y 30l/100km sin carga.

- Se considera un viaje de retorno vacío de la misma distancia que el viaje cargado (distancia aduana-empresa).
- El combustible utilizado es diésel con un factor de emisión de 2,67 CO₂/litro. (IPCC, BEN).

Las emisiones asociadas a la importación de carne vacuna resultan:

Tabla 34 Cantidad de viajes y emisiones asociadas a la importación de carne vacuna. Elaboración propia a partir de datos de la DNA

Año	2022	2023	2024
<i>Toneladas</i>	35.435	36.044	40.815
<i>Viajes</i>	1.539	1.555	1.767
<i>Distancia promedio (km)</i>	332	333	336
<i>Miles ton-km</i>	11.785	12.001	13.881
<i>Consumo combustible (litros)</i>	356.849	361.516	419.200
<i>Emisiones CO₂ (ton)</i>	953	965	1.119

Para los años 2022 a 2024 las emisiones asociadas a la importación de carne vacuna se estiman en 1.012 toneladas de CO₂ anuales. De acuerdo con las toneladas movilizadas, esto implica una intensidad de emisiones de 81 g CO₂/ton-km y 27 kg CO₂/ton.

5.8 Resumen final

Las emisiones de CO₂ asociadas al transporte y logística en la cadena cárnica, estimadas a partir de las cargas movilizadas y los viajes realizados, resultan en 58.796 toneladas anuales de CO₂:

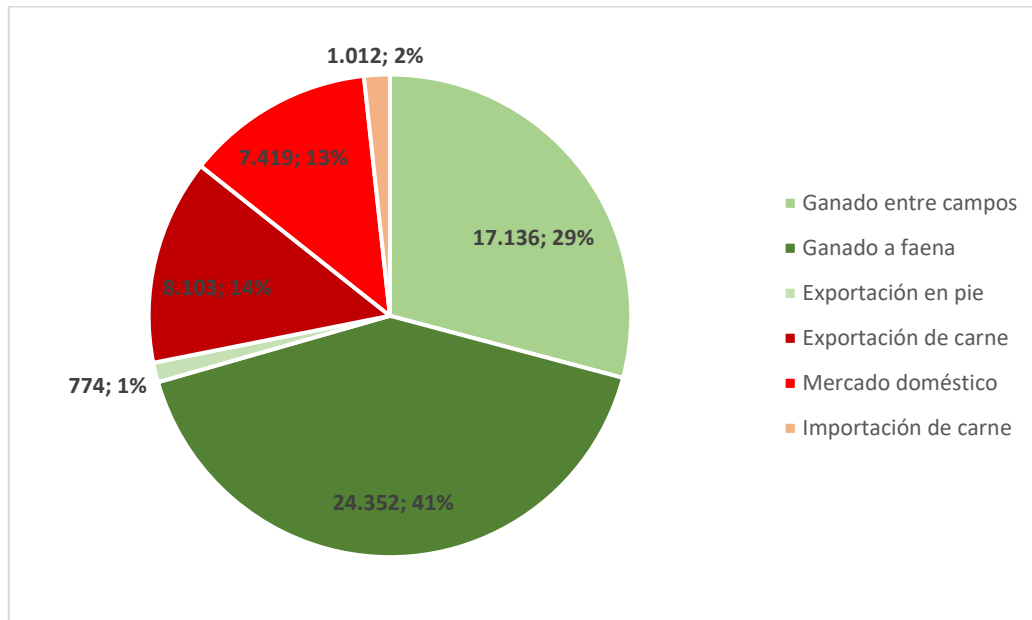
Tabla 35 Resumen de las emisiones de CO₂ en el transporte y logística de la cadena cárnica vacuna. Valores en promedios anuales para el período 2022-2024. Elaboración propia

<i>Etapa</i>	<i>Viajes</i>	<i>Toneladas CO₂ anuales</i>	<i>gCO₂/ton-km</i>	<i>kgCO₂/ton</i>
<i>Ganado entre establecimientos</i>	80.424	17.136	119	14
<i>Ganado a faena</i>	70.429	24.352	115	21
<i>Exportación en pie</i>	4.320	774	110	11
<i>Carne a exportación</i>	23.233	8.103	130	22
<i>Importación de carne</i>	1.620	1.012	81	27
<i>Carne al mercado doméstico</i>	69.539	7.419	323	43

Este nivel de emisiones representa el 1,4% del total de emisiones del transporte, y el 3,4% de las asociadas a camiones y buses, de acuerdo con los datos presentados en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI). Este último valor es coherente con la estimación de cargas realizadas por el BID, en el cual la cadena cárnica vacuna representó el 6% del total de la carga movilizada en Uruguay, contabilizada como ton-km (Tabla 6).

El movimiento de hacienda explica la mayor parte de las emisiones, con el 71% del total (Gráfico 9). Sin embargo, la fase más intensiva en emisiones es el movimiento de carne al mercado doméstico debido a que se transporta menos carga por viaje, lo que disminuye la eficiencia.

Gráfico 9 Participación en las emisiones de CO₂ de cada etapa. Valores en toneladas de CO₂ correspondiente a promedios anuales para 2022-2024. Elaboración propia



Por su parte, considerando el promedio de las toneladas exportadas de carne vacuna entre 2022 y 2024, el transporte y la logística significan una emisión¹⁶ de 0,13 kg CO₂/ kg de carne exportada.

6 Conclusiones

A partir de distintas fuentes de información y registros administrativos, fue posible estimar las cargas movilizadas y las emisiones de CO₂ asociadas al transporte en la cadena cárnica vacuna. Los resultados fueron coherentes con estimaciones previas que se han realizado sobre movimientos de carga en la cadena. De todas formas, existe margen de mejora en los supuestos y estimaciones de contarse con base de datos más completas y exhaustivas.

A continuación, se enlistan algunas sugerencias:

- Disponer de información más precisa de movimientos de ganado, con

¹⁶ Se considera la totalidad de las emisiones del movimiento de ganado entre campos y a faena, así como el movimiento de carne a exportación.

geolocalización y detalles de la cantidad de animales movilizadas por viaje, permitiría mejorar la estimación de una de las etapas más relevantes de la cadena.

- Muchas de las direcciones de descargas de carne al mercado doméstico, presentes en la base de datos suministrada por INAC, no son reconocibles por las apps de Google Cloud (Google Maps). Por ello fueron establecidos puntos genéricos por departamentos. Si se dispone de direcciones reconocibles por Google se podría mejorar el cálculo de las emisiones en el mercado doméstico.
- Se utilizaron consumos promedios de combustible según bibliografía y catálogos. Es posible mejorar este indicador a través de encuestas que permitan conocer el consumo de combustible en condiciones reales de Uruguay.
- Para todas las etapas, se realizaron supuestos que contemplan el retorno vacío y el viaje al origen. De tener información más precisa existe potencial de mejorar la estimación de las emisiones en toda la cadena.

7 Nota Metodológica

7.1 Movimientos a exportación

La base de datos brindada por INAC contiene la cantidad de embarques y las toneladas exportadas por origen y por aduana destino. Cada uno de estos embarques fue contabilizado como un viaje. Conociendo el origen y la aduana destino fue posible determinar las distancias recorridas mediante la API Distance Matrix de Google Cloud. De esta forma se obtuvieron la cantidad de viajes y los kilómetros recorridos para cada empresa exportadora. Fue considerado un viaje de retorno vacío de igual distancia al viaje con carga.

7.2 Movimientos al mercado doméstico

Los datos brindados por INAC corresponden a movimientos de carne en el mercado doméstico, información que se obtiene a partir de la guía electrónica del SRGA. Cada línea de la base de datos corresponde a una descarga de carne o menudencias, donde se indica la dirección de origen, los kilogramos descargados y la dirección de descarga. A su vez, la base cuenta con un ID único para cada viaje lo que permite agrupar descargas que corresponden al mismo viaje. A efectos de la estimación de los kilómetros recorridos en los viajes, fueron georeferenciados (coordenadas según Google Maps) los establecimientos de origen. Para las descargas, dado que muchas direcciones no eran reconocibles por Google y para simplificar el modelo, se tomaron como localización los departamentos de destino. En este caso fueron georeferenciados los centros de las capitales

departamentales, con excepción de Canelones, el cual fue ubicado en la zona de mayor densidad poblacional entre Pando y Ciudad de la Costa. De esta forma, contando con la georeferenciación del origen y destino, fue calculada la distancia recorrida para cada viaje a través de la API Distance Matrix de Google Cloud. Para el caso de viajes con descarga en más de un departamento, fue considerado el viaje con destino al más lejano. Para todos los viajes fue considerado un viaje de retorno con la misma distancia de recorrido, pero con un consumo menor de combustible.

8 Bibliografía

Du Plessis, M. J., van Eeden, J., Goedhals-Gerber, L., & Else, J. (2023). *Calculating fuel usage and emissions for refrigerated road transport using real-world data*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 117, 103623. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103623>

Gibernau Arredondo, S. J., & Resio Laxalde, M. A. (2019). *Estudio de algunas características del transporte de bovinos y su relación con indicadores de bienestar animal en Uruguay* [Tesis de grado, Universidad de la República]. Universidad de la República.

Gold Standard Foundation. (2025). *Methodology tool GS4GG A6 400 MT 002: Emissions from freight transport* (Versión 1.0). Gold Standard Foundation.

Hernández Baldivieso, C. D., & Martínez Domínguez, M. V. (2018). *Caracterización del transporte de bovinos a plantas de faena y su asociación con la prevalencia de hematomas (machucones) en las carcasas* [Tesis de grado, Universidad de la República]. Universidad de la República.

Huertas, S. M. (2008). *Caracterización del transporte terrestre de bovinos hacia planta de faena en Uruguay*. *Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET)*, 9(6), 1–14.

Instituto Nacional de Carnes (INAC). (2024). *Anuario estadístico 2024. Uruguay* <https://www.inac.uy/innovaportal/file/26288/1/anuario-estadistico-2024.pdf>

Ministerio de Ambiente. (2023). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI): Serie 1990-2022*. Coordinación técnica: Guadalupe Martínez y Daniel Quiñones. Recuperado de

https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/2025-01/NID_1990-2022.pdf

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (FAGRO-UDELAR), & Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU). (2013). *Primer estudio de la huella de carbono de tres cadenas agroexportadoras del Uruguay: carne vacuna, lácteos y arroz.*

<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/primer-estudio-huella-carbono-tres-cadenas-agroexportadoras-del-uruguay>

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA). (2024). *Anuario Estadístico Agropecuario 2024*. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/diea/anuario2024>

Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), Dirección Nacional de Energía. (2023). *Balance Energético Nacional 2023*. GUB.UY — Documentos del BEN. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/comunicacion/publicaciones/documentos-del-balance-energetico-nacional-ben>

Smart Freight Centre. (2023). *GLEC Framework 3.0: Global Logistics Emissions Council Framework for Logistics Emissions Accounting and Reporting*. Amsterdam, Netherlands: Smart Freight Centre. <https://www.smartfreightcentre.org/en/our-programs/emissions-accounting/global-logistics-emissions-council/>

Souto, G., Tommasino, H., Errea, E., & Sáder, M. (2018). *Logística de las cuatro principales cadenas agroindustriales del Uruguay* (Nota técnica Bid-TN-1558).

Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0001460>

Tanco, M., Cat, L., & Garat, S. (2019). *A break-even analysis for battery electric trucks in Latin America*. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1354-1367.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.168>

Tanco, M., Jurburg, D., Levy, M., Rossi, S., & Cavallieri, M. S. (2022). *Transporte eléctrico de carga: Análisis de los desafíos para su introducción en Uruguay* (Proyecto FSE_1_2019_1_158846). Centro de Innovación en Organización Industrial (CINOI), Universidad de Montevideo.

Rosselli, P., Carriquiry, F., Pérez, M., & Varela, D. (2022, julio). *El mercado de transporte carretero de cargas en Uruguay* (Nota técnica No. IDB-TN-02458).

Banco Interamericano de Desarrollo, División de Transporte. <https://doi.org/10.18235/0004345>



Cofinanciado por
la Unión Europea

