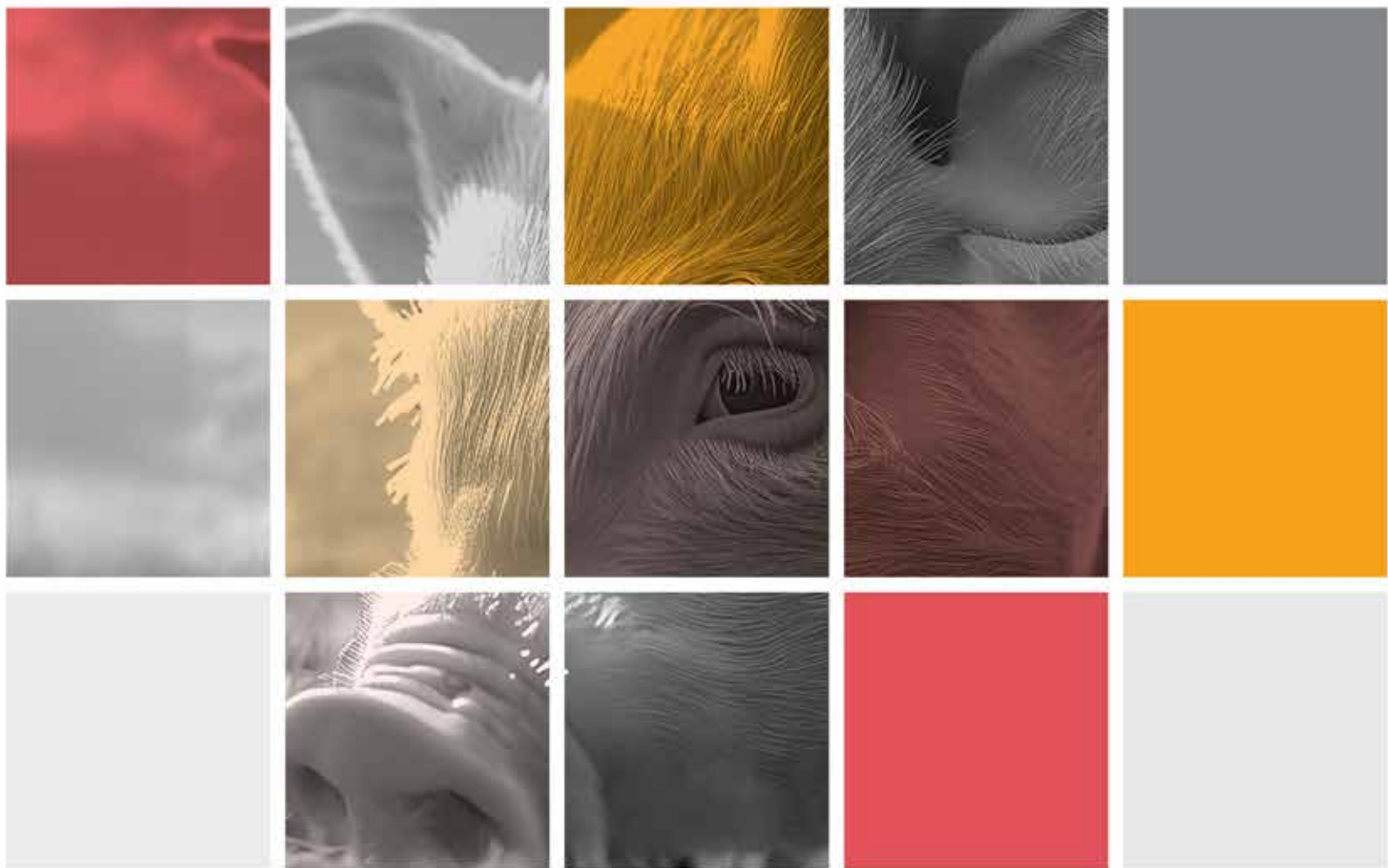




LA SOSTENIBILIDAD DEL SECTOR PORCINO CHILENO

25 años
DE EVOLUCIÓN



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

Exportadores
de Carne
de Chile



CHILE
CARNE

PRESENTACIÓN

El presente documento es producto de la colaboración entre ChileCarne y Claudia Pabón, PhD., Profesora Asistente del Instituto para el Desarrollo Sustentable de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Los datos cuantitativos fueron suministrados por ChileCarne y analizados en conjunto, mientras que los datos en materia de evolución y capacidades del sector corresponden a los resultados de la investigación liderada por la Profesora Pabón durante el 2024 y facilitada por ChileCarne¹

Los autores agradecen a las empresas que participaron del estudio y a Joep Albers quien realizó su tesis de maestría en la Universidad de Wageningen como parte de la investigación. Desde ChileCarne agradecemos especialmente a la Profesora Claudia Pabón, por su excelencia y compromiso continuo con la investigación y por su aporte a profundizar en la sostenibilidad del sector.

(1): Todas las metodologías de cálculo empleadas en este estudio se encuentran detalladas en el capítulo 8 como anexos.

01

INTRODUCCIÓN

02

DESAFÍOS
GLOBALES DE LA
PRODUCCIÓN DE
ALIMENTOS

03

EL SECTOR
PORCINO EN
CHILE

04

EVOLUCIÓN
DE LA
SOSTENIBILIDAD
EN EL SECTOR

05

DESARROLLO
NORMATIVO
Y SU
VINCULACIÓN
CON EL SECTOR

06

SÍNTESIS:
ACIERTOS Y
DESAFÍOS

07

UNA MIRADA AL
FUTURO

08

ANEXOS

09

REFERENCIAS

INTRODUCCIÓN

El sector porcino juega un rol vital en la economía chilena, destacándose por su eficiencia productiva, su posición en el ranking internacional de países exportadores de carne de cerdo y por la llegada a más de 30 mercados internacionales. A lo largo de los años, producto del aprovechamiento de las condiciones sanitarias y la apertura de Chile al comercio internacional, Chile se ha posicionado como el **quinto mayor exportador de carne de cerdo a nivel mundial**, demostrando su competitividad y capacidad para satisfacer la creciente demanda mundial de carne de alta calidad.

El sector productor se concentra en gran medida en el área central de Chile, entre las regiones Metropolitana y de la Araucanía, donde las condiciones climáticas y geográficas favorecen la producción intensiva de carne de cerdo.

A contar de la promulgación de la Ley de Bases de Medioambiente en 1995, y en especial

en las últimas dos décadas, el sector ha experimentado una importante modernización, **implementando tecnologías avanzadas** para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad, **adelantándose voluntariamente** a la entrada en vigencia de la **normativa ambiental**, al tiempo que cumple con una creciente y cada vez más estricta carga regulatoria y trabaja para mejorar su inserción en los territorios como promotor de **desarrollo y oportunidades** para las comunidades aledañas.

Este documento tiene como objetivo proporcionar una visión completa de la evolución del sector en materia de sostenibilidad **en los últimos 25 años destacando sus avances tecnológicos, de mitigación de impactos, su participación en los desarrollos regulatorios, y los principales desafíos** a los que se enfrenta en la actualidad en un contexto cada vez más exigente que invita a entender y repensar el agro de una manera sistémica y regenerativa.

Si bien, la sostenibilidad del sector productivo depende de las condiciones sanitarias inherentes a la producción, también resulta clave la mantención de las condiciones sanitarias del país, las cuales permiten la habilitación y mantención de los más de 120 mercados a nivel internacional donde se llega con productos en la actualidad. Sin embargo, en el presente documento no ahondaremos en dichos aspectos de índole sanitario o comercial y nos remitiremos exclusivamente a la evolución en materia de sostenibilidad relacionada con aspectos ambientales y sociales.



02

**Desafíos globales
de la producción
de alimentos**

La producción de alimentos es esencial para la seguridad alimentaria y el bienestar humano, sin embargo, presenta importantes desafíos en materia de impacto ambiental y al igual que otros sectores como la manufactura, el transporte, la construcción y la generación de energía, es una fuente relevante de emisiones de gases de efecto invernadero. La agricultura concentra además, cerca del 70 % del consumo mundial de agua dulce —principalmente para riego— y está estrechamente asociada a la alteración de los ciclos biogeoquímicos por el uso de fertilizantes sintéticos (Willett et al., 2019).

La actualización del marco de límites planetarios revela que seis de los nueve que aseguran la estabilidad y resiliencia del sistema Tierra han sido vulnerados, con un grado de transgresión creciente desde 2015 (Richardson et al., 2023). Entre ellos se incluyen el cambio climático, los flujos biogeoquímicos de nitrógeno y fósforo, la integridad de la biosfera y el cambio del sistema terrestre, todos fuertemente influenciados por las actividades agrícolas a través de las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso de fertilizantes, la conversión de hábitats naturales y la pérdida de biodiversidad. Según el Sexto Informe de Evaluación del IPCC (2023), la transgresión de estos límites, y en particular el cambio climático, ha reducido la seguridad alimentaria, afectado la seguridad hídrica y dificultado el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Asimismo, la demanda por alimentos y por proteínas de origen animal sigue en aumento



impulsada por el crecimiento de la población y por la modificación de los patrones de consumo alimentario, hacia dietas más ricas en proteínas animales y una mayor ingesta de proteína animal per cápita (Lassaletta et al., 2019). A medida que las economías emergentes experimentan crecimiento económico, los ingresos disponibles aumentan, lo que permite a las personas diversificar sus dietas y consumir más productos de origen animal, un fenómeno estudiado y que relaciona el aumento en los ingresos de las personas con la tendencia a consumir más carne, por lo que cuando el ingreso aumenta también aumenta el consumo de carne (Bereżnicka y Pawlonka, 2018). **En promedio, el 37% de todas las proteínas consumidas a nivel mundial provienen de productos animales**, en los países de altos ingresos, esta proporción asciende al 58% (OCDE/FAO, 2023).

En respuesta a la demanda, la producción de carne de cerdo en el mundo ha aumentado más de un **60% en los últimos 60 años, pasando de 37 millones de toneladas anuales a 116 millones en 2024**. Este aumento ha estado sustentado en la mejora significativa de la eficiencia productiva, impulsada por la automatización, la especialización, las mejoras genéticas, el bajo costo de la energía y la optimización de los insumos de alimentación, entre otros factores.

Actualmente **China (49%), la Unión Europea 27 (18%) y Estados Unidos (11%), son los principales productores de carne de cerdo en el mundo, juntos representan más del 78% de**

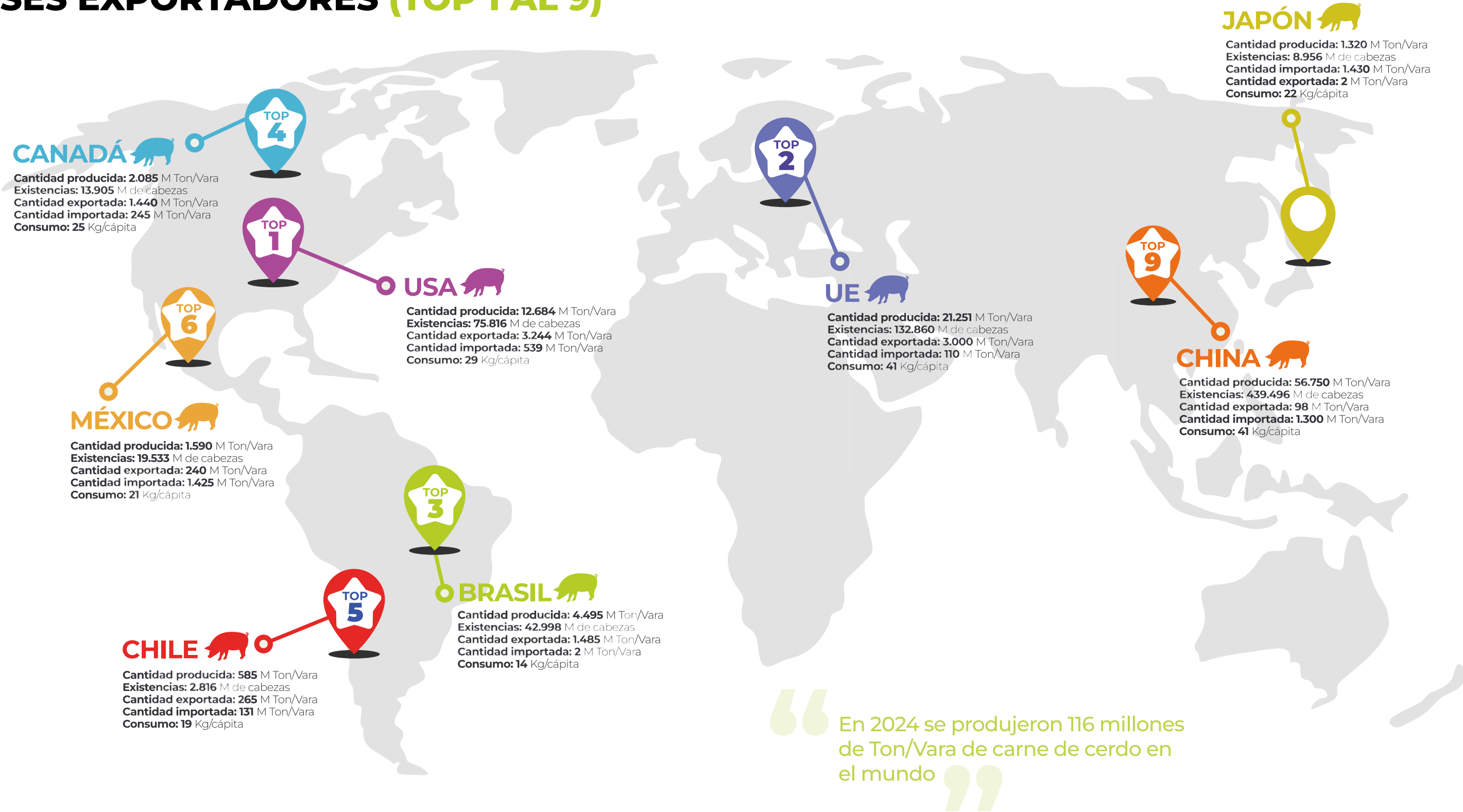
la producción mundial de carne de cerdo (VER FIG.01). Sin embargo, al analizar dichas cifras en términos de eficiencia, existen diferencias significativas entre estos tres principales productores, así **Estados Unidos (USA) y la Unión Europea (UE 27), producen entre 38 a 40% más de carne de cerdo** con el mismo número de cerdos en comparación con China (Kim, 2024).

Entre los factores que permiten una **mayor eficiencia**, destacan los **sistemas productivos altamente intensivos**, debido a reducciones de costos y economías de escalas que permiten acceder a mejores tecnologías y mayor control de las variables productivas. Las cifras mundiales y de países con larga trayectoria productiva, muestran que el **número de granjas** o planteles de cerdos **ha tendido a disminuir progresivamente los últimos 40 años**, al tiempo que **ha aumentado el número de cabezas de cerdos por plantel**. En Estados Unidos el número de granjas a nivel país disminuyó de 125.000 en 1997 a un poco más de 65.000 - en un período de 20 años (1997 a 2017) según datos de USDA - a la vez que el promedio de animales por granja aumentó. Mismo fenómeno se ha experimentado en Dinamarca y en Holanda, países con una alta producción porcina en Europa. **Existe una tendencia clara a la intensificación productiva a nivel global. (VER FIG.02)**



EXISTENCIAS (MILES DE CABEZAS), PRODUCCIÓN, EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN DE CARNE DE CERDO (MILES DE TON/VARA), Y RANKING DE PAÍSES EXPORTADORES (TOP 1 AL 9)

“ USA y la UE-27, producen entre 38 a 40% más de carne de cerdo con el mismo número de cerdos en comparación con China ”
(Kim, 2024)



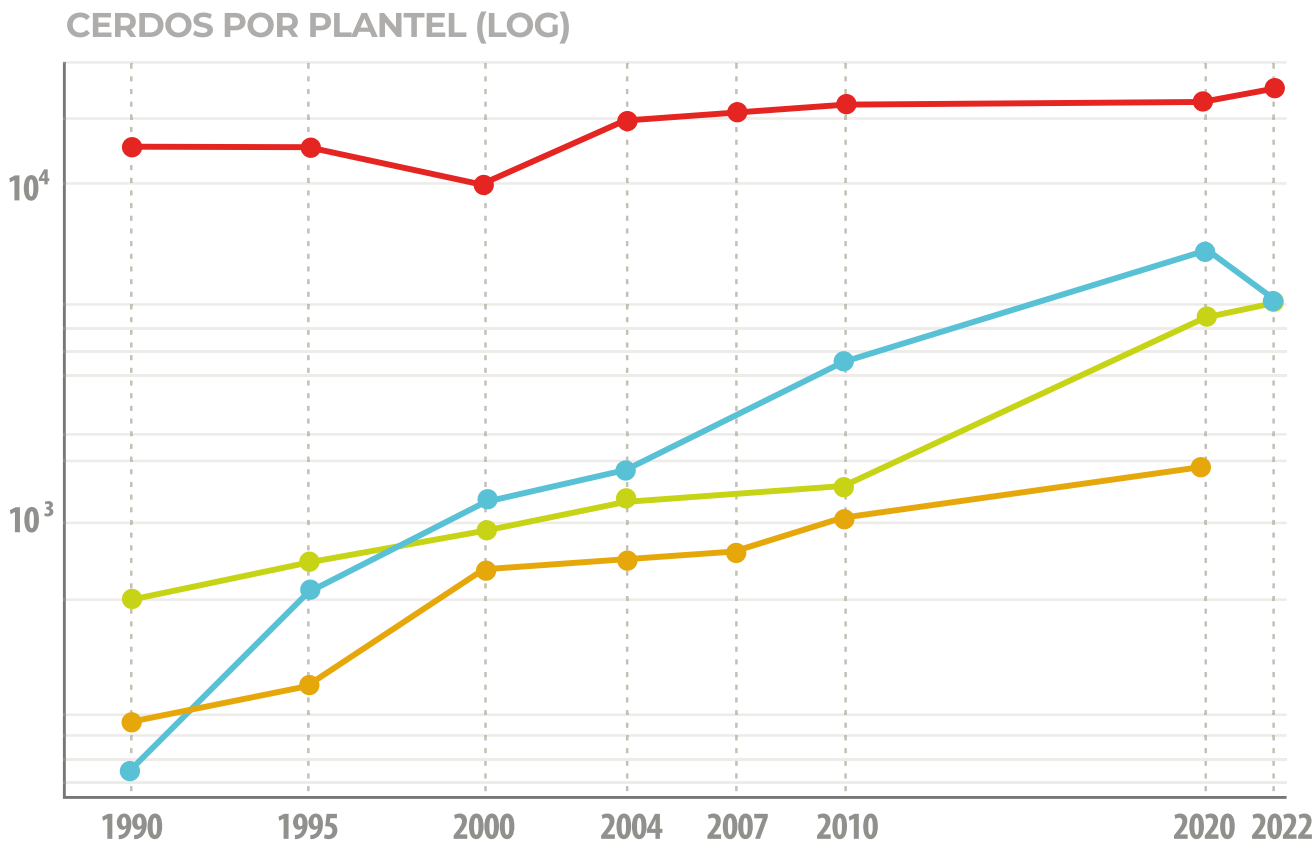
“ En 2024 se produjeron 116 millones de Ton/Vara de carne de cerdo en el mundo ”

Fuente: Elaboración propia a partir de datos FAOSTAT y USDA, 2023.



INTENSIFICACIÓN PRODUCTIVA A TRAVÉS DEL TIEMPO POR PAÍS

(HOLANDA, DINAMARCA, USA Y CHILE)



“ Las cuatro curvas confirman la tendencia hacia una menor cantidad de planteles por país y una mayor escala, o número de animales por plantel ”

PAÍSES

● CHILE ● HOLANDA ● USA ● DINAMARCA

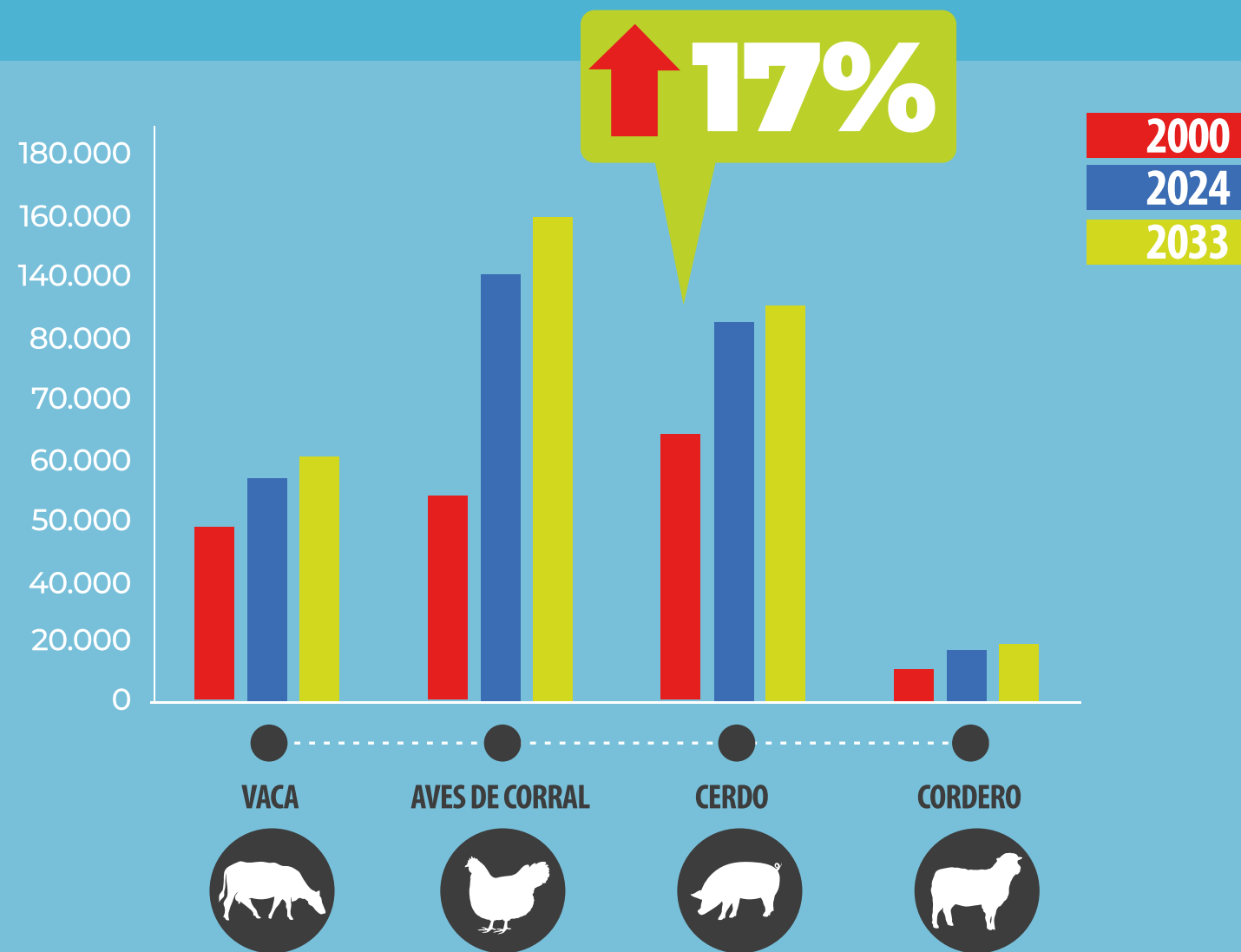
Se proyecta que la **producción de carne de cerdo** junto con la de otras proteínas animales — lácteos, vacuno, huevos, pollos, pavos y peces de cultivo— continuará aumentando de manera significativa durante las **próximas tres décadas**. Según estimaciones OCDE-FAO de 2023, se espera que la producción mundial de carne de cerdo siga creciendo, con un aumento estimado del **17% al 2034**, crecimiento se estima se dará principalmente en Asia y América.

(VER FIG.03)

Uno de los factores detrás del cierre de granjas se relaciona con la **creciente presión del crecimiento urbano sobre territorios de vocación agrícola, donde la expansión de las ciudades y el cambio en el uso del suelo impactan la disponibilidad y viabilidad de espacios destinados a la agricultura y producción animal**.

La Agenda 2030 de la ONU consciente de esta problemática a nivel global, aborda la necesidad de **planificación de los territorios** y los vincula al **ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles**, planteando como meta la urbanización inclusiva y sostenible, así como la planificación y gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países. Asimismo, el **ODS 15 destaca que un uso planificado del territorio ayuda a conservar ecosistemas, evitar la fragmentación de hábitats y prevenir conflictos con actividades productivas**. Un ejemplo de este tipo de

AUMENTO DEMANDA PROTEÍNAS ANIMALES



“Según OCDE – FAO, se espera que la producción mundial de carne de cerdo siga creciendo, con un aumento estimado del 17% al 2034”

Fuente: Elaboración propia con datos OCDE-FAO, 2023.



iniciativas se encuentra actualmente en Francia, donde se han establecido zonas de protección agrícola que no solo buscan conservar el suelo, sino también mantener su funcionalidad productiva. Estas zonas evitan la conversión de tierras agrícolas a otros usos y facilitan la implementación de proyectos de reterritorialización alimentaria (Liu, 2023)

La producción ganadera representa aproximadamente el 14,5% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (FAO, 2017). Sin embargo, existen diferencias sustanciales entre especies. Los sistemas de producción porcina presentan ventajas relativas frente a los rumiantes, al exhibir menores factores de emisión por unidad de proteína producida, mejor eficiencia de conversión alimentaria y menor uso de tierra por kilo de carne (Lassaletta et al., 2019; Uwizeye et al., 2016). No obstante, los sistemas intensivos de producción entre los que se encuentran la producción proteínas animales de cualquier especie intensifican la competencia por los recursos naturales, incluyendo el agua, tierra y nutrientes, así como generan emisiones que podrían eventualmente provocar la contaminación (Lassaletta et al., 2019; Morand et al., 2011; Uwizeye et al., 2016). Frente a estos retos, es necesario combinar la mitigación de externalidades con el rediseño de los sistemas productivos de carne desde una perspectiva sistémica (Del Angel-Lozano et al. 2023). Esto implica integrar la gestión eficiente de recursos,



la reducción de impactos, el uso de marcos para innovación y escalamiento sistémico (Wigboldus, 2016) y la medición sistemática de indicadores estandarizados.

Ante los desafíos como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad o el agotamiento de recursos, las economías están orientando sus sistemas productivos hacia modelos sostenibles. Los gobiernos están desempeñando un papel clave en la transformación hacia modelos productivos más sostenibles, combinando regulaciones ambientales con instrumentos de fomento económico. Estrategias como las compras públicas sostenibles orientan la demanda hacia bienes y servicios con menor

impacto ambiental, incentivando cambios en el mercado. Marcos regulatorios y hojas de ruta de economía circular impulsan la reducción del desperdicio, la reutilización de materiales y la innovación en diseño de productos, mientras que planes nacionales de acción climática y de biodiversidad establecen metas vinculantes de reducción de emisiones y protección de ecosistemas. Además, políticas fiscales verdes —como impuestos al carbono, incentivos para energías limpias y subsidios para prácticas agroecológicas— están alineando las señales económicas con los objetivos ambientales, creando un entorno propicio para que el sector privado y el público avancen hacia una economía más resiliente y baja en emisiones (OECD, 2022; UNEP, 2023).

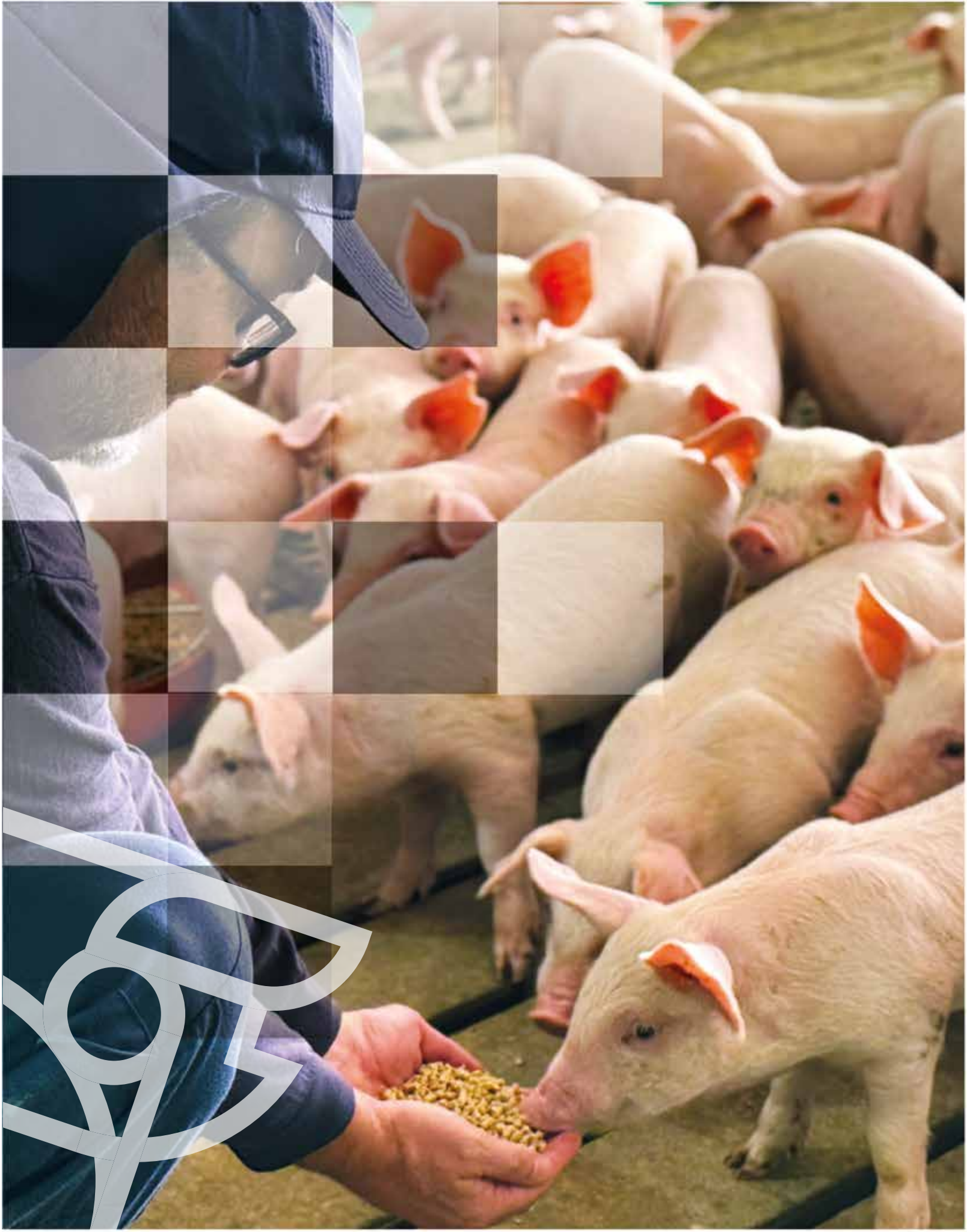
A esto se suma una **creciente presión de inversionistas, consumidores y reguladores** que exigen a las empresas globales **mayor transparencia, responsabilidad e información confiable** respecto de cómo gestionan sus impactos ambientales, sociales y en su propia estructura interna o gobernanza, los denominados criterios ASG o ESG por sus siglas en inglés. Esto ha impulsado la adopción de múltiples marcos y estándares internacionales como Global Reporting Initiative (GRI) y Sustainability Accounting Standards Board (SASB), así como nuevas regulaciones como la CSRD europea, que exige reportes integrales incluso sobre la cadena de suministro global (Deloitte, 2023; Gernego et al., 2024). En el sector

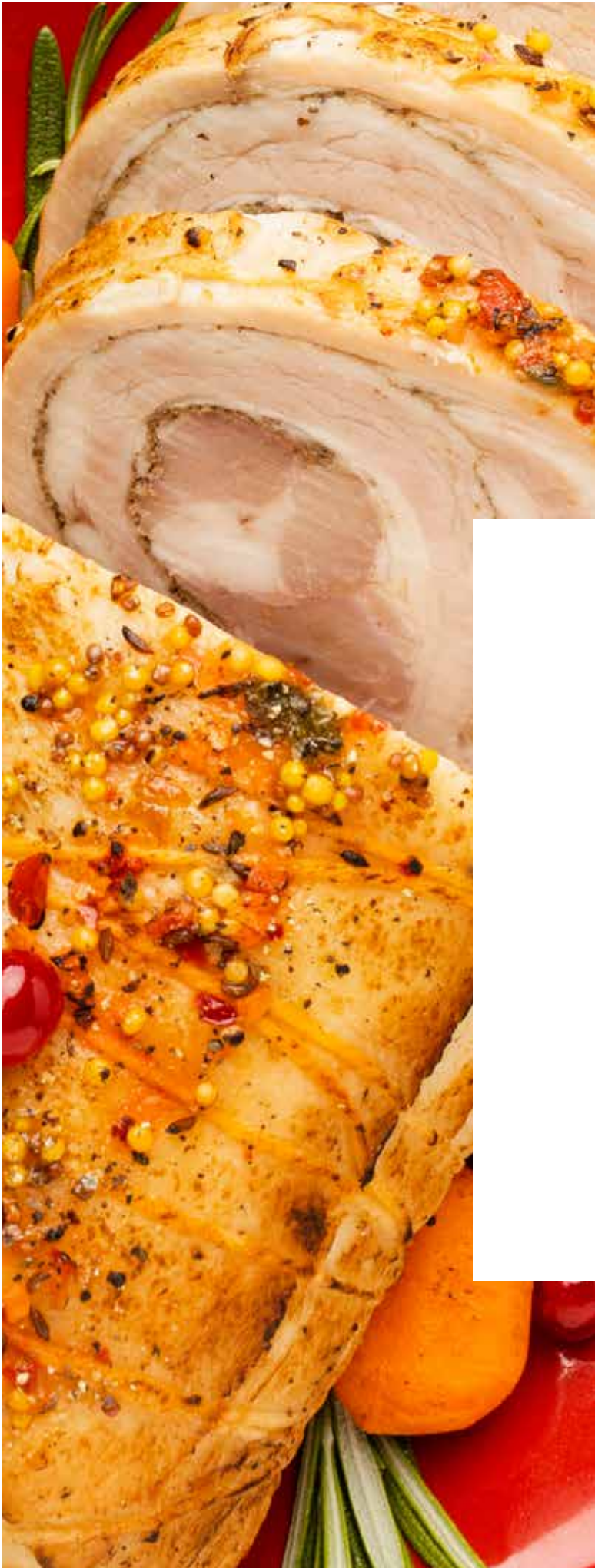
agroalimentario, esta presión se traduce en regulaciones específicas como la Regulación de la UE sobre productos libres de deforestación (EUDR), que obliga a garantizar trazabilidad y debida diligencia en commodities como soja, carne bovina, aceite de palma, cacao, café, caucho y madera, con entrada en vigor para grandes empresas en diciembre de 2025 y para pymes en junio de 2026 (European Commission, 2023). Asimismo, el Consejo Internacional de Normas de Sostenibilidad (ISSB) emitió las normas IFRS S1 y S2, integrando las recomendaciones del Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD), que están siendo adoptadas por reguladores para fortalecer la divulgación climática y de sostenibilidad (IFRS Foundation,

2023). En paralelo, la Science Based Targets initiative (SBTi) introdujo los objetivos FLAG (bosques, tierra y agricultura), que incluyen el compromiso de “deforestación cero” para 2025; actualmente, más de 8.600 empresas tienen objetivos validados (SBTi, 2024).

La transparencia corporativa también avanza: en 2023, 1.152 empresas reportaron a CDP Forests, y 64 declararon al menos una cadena de suministro libre de deforestación o conversión con evidencia de alta calidad (CDP, 2024). Estas tendencias se complementan con el crecimiento del mercado de bonos sostenibles (GSS+), que alcanzó USD 1,1 billones en 2024, financiando proyectos en eficiencia hídrica, reducción de metano y trazabilidad en el agro (Climate Bonds Initiative, 2024).

Otra vía más reciente que han explorado los países para transparentar la información consiste en la taxonomía, instrumento de clasificación oficial que define qué actividades económicas pueden considerarse ambientalmente sostenibles, entregando certezas a inversionistas y facilitando el financiamiento. Para el sector financiero, la





taxonomía entrega definiciones técnicas sobre qué se considera realmente sostenible, lo que facilita la toma de decisiones de inversión, reduce el riesgo de greenwashing y promueve una mayor transparencia y comparabilidad entre proyectos. En este contexto, su implementación impulsa una economía verde al canalizar recursos hacia sectores productivos comprometidos con la sostenibilidad ambiental.

La tendencia global es clara: la sostenibilidad ya no es solo un ideal, sino un imperativo económico y estratégico. Gobiernos y empresas la incorporan como eje de innovación, comercio e inversión. En el agro, la inversión ESG



y las finanzas sostenibles están acelerando la transición hacia sistemas de producción más eficientes, trazables y respetuosos con los límites planetarios. Desde la energía limpia hasta las finanzas verdes, las naciones y empresas que lideren esta transición obtendrán mayor competitividad, resiliencia y legitimidad social. El desarrollo sostenible ya no es una opción; es una condición para la prosperidad económica del siglo XXI, **ofreciendo respuestas concretas a desafíos como el cambio climático, la desigualdad y la degradación ambiental, al tiempo que impulsa innovación, estabilidad y cohesión social.**





03

El sector
porcino
Chileno

El sector porcino chileno constituye uno de los pilares del sistema agroalimentario nacional, tanto por su relevancia en el comercio exterior como en su contribución al abastecimiento interno de proteínas animales **representando la tercera carne más consumida en el país, con un promedio de 19,7 kg por persona al año. (VER FIG.04)**

En las últimas tres décadas, el sector ha experimentado un crecimiento notable, evolucionando desde un mercado interno de pequeña escala hacia una actividad consolidada y competitiva a nivel internacional. **En 2024, Chile produjo 585.386 toneladas de carne de cerdo, destinando cerca del 50% de esta producción a la exportación.**

Gracias a esta dinámica, Chile se ubica como el **quinto exportador mundial de carne de cerdo**, según el ranking que elabora el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), con una destacada presencia en mercados exigentes como China, Corea del Sur, Japón y la Unión Europea.

El sector representa también una importante **fuentes de empleo en la zona central del país, generando entre 10.000 y 12.000 empleos directos permanentes**, además de un número similar de puestos indirectos y 9.000 proveedores a lo largo de Chile, de ellos el 68% son PyME´s vinculadas a la cadena de valor, como productores de alimentos balanceados, transporte, servicios veterinarios, entre otros. **(VER FIG. 05)**

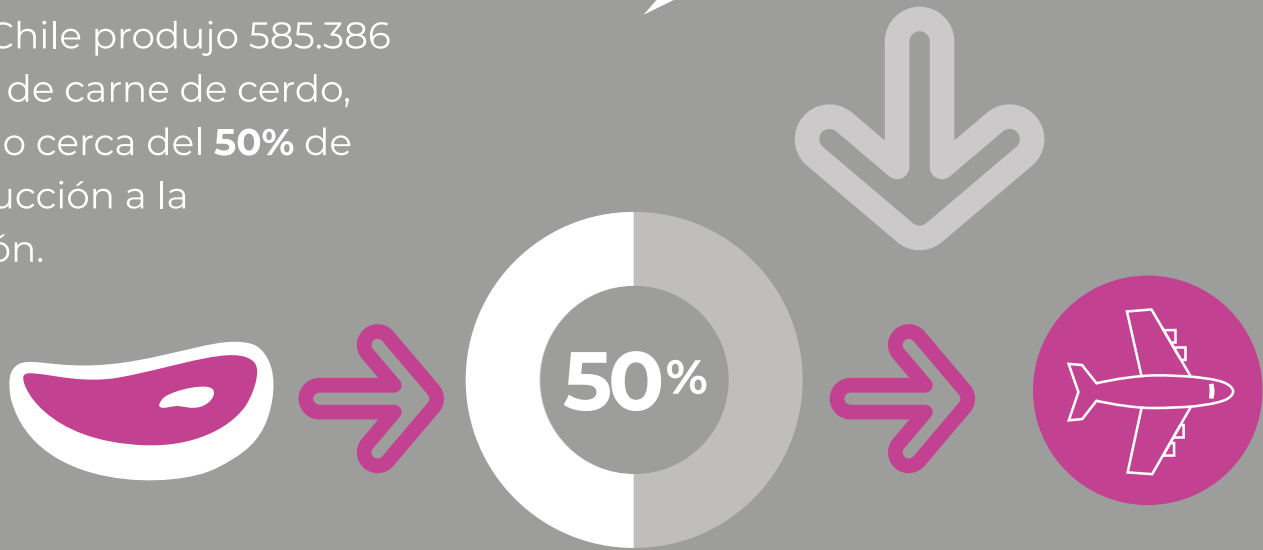
FIG.04

PRODUCCIÓN DE CARNE DE CERDO EN UNA SOLA MIRADA

PRODUCCIÓN

En 2024, Chile produjo 585.386 toneladas de carne de cerdo, destinando cerca del 50% de esta producción a la exportación.

585.386
TONELADAS DE CARNE



CONSUMO

La industria porcina chilena constituye uno de los pilares del sistema agroalimentario nacional, representando la tercera carne más consumida en el país, con un promedio de 19,7 kg por persona al año.



Fuente: Elaboración propia con datos OCDE-FAO, 2023.

FIG.05

EXPORTACIÓN

Gracias a esta dinámica, Chile se ubica como el quinto exportador mundial de carne de cerdo,



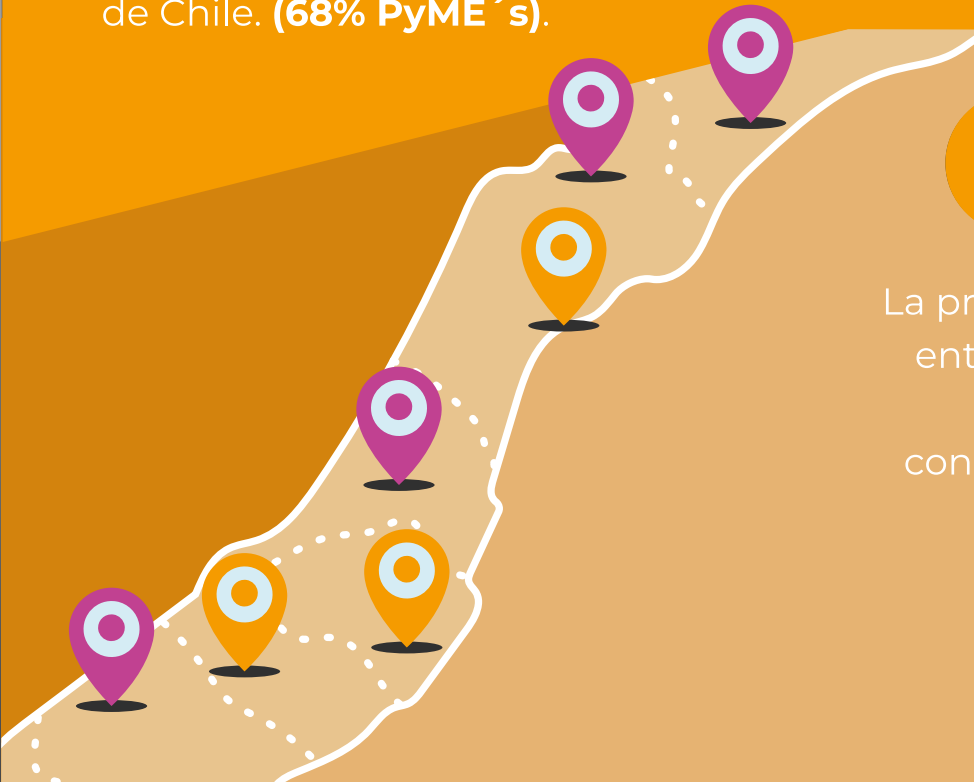
EMPLEOS

El sector representa una importante fuente de empleo en la zona central del país. Genera entre 10.000 y 12.000 empleos directos e indirectos y se vincula con 9.000 proveedores a lo largo de Chile. (68% PyME´s).

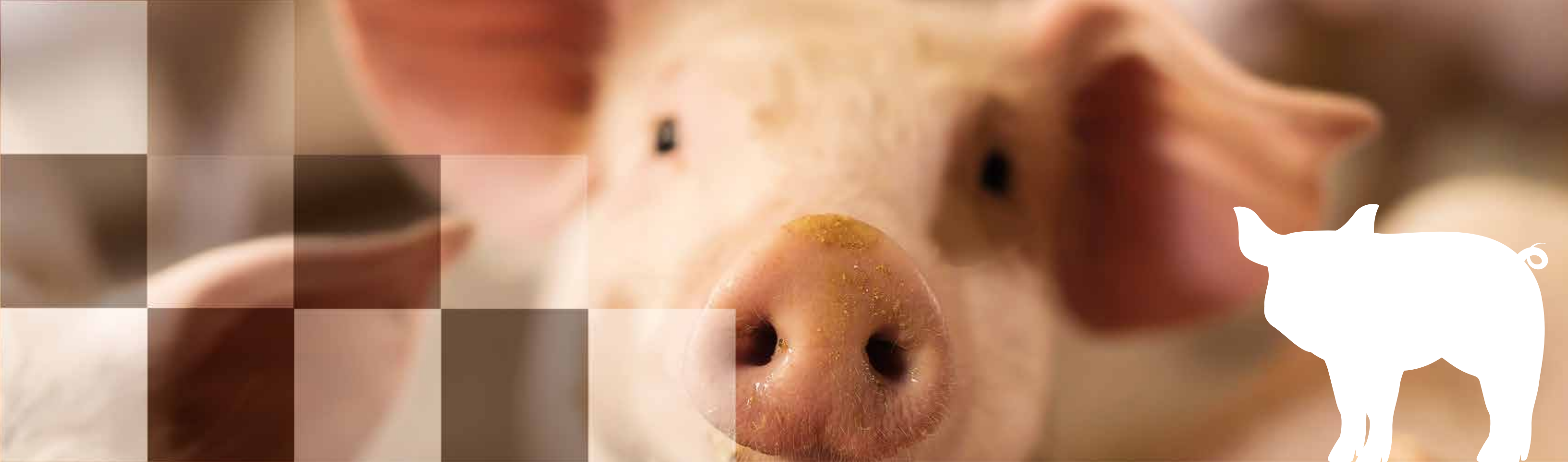


UBICACIÓN

La producción porcina se concentra entre las regiones de Valparaíso y La Araucanía, aprovechando condiciones climáticas, logísticas y de infraestructura



Fuente: Elaboración propia con data INE



En este contexto, y producto de su crecimiento sostenido, el sector vivió una profunda transformación unas décadas atrás. En una primera ola de mejora al interior del sector, se tuvo un enfoque productivo, mejorando la sanidad animal, modernizando las instalaciones de faena y fortaleciendo la genética, lo que contribuyó decisivamente a la calidad de la carne. Estas mejoras fueron la base para una fase de rápida expansión.

Entre **1985 y 2024**, la producción nacional se cuadruplicó, impulsada por la firma de los primeros tratados de libre comercio (TLC), las inversiones en técnicas agrícolas modernas, infraestructura y bioseguridad, en conjunto con la apertura comercial de Chile al mundo.

La apertura comercial del país propició una transformación clave: el desarrollo de un sector

orientado a la producción de alimentos de alta calidad, conforme a los altos estándares de los mercados de destino. Este proceso permitió consagrar la reputación de Chile como un proveedor confiable de alimentos de calidad. No obstante, en el contexto actual de creciente globalización, esta ventaja arancelaria es más difusa, lo cual obliga al sector a buscar nuevas estrategias para mantener su competitividad y reafirmar su liderazgo como proveedor de alimentos de calidad.

La intensificación tecnológica y productiva marca el desarrollo sectorial. Así, a principios de los años 90, una granja promedio albergaba cerca de **8.000 animales**. Tres décadas después, ese promedio se ha duplicado a **16.000 cerdos por plantel**. Este proceso ha generado importantes economías de escala, permitiendo reducir costos y mejorar la calidad.

En paralelo con este proceso, desde fines de los 90 la dimensión ambiental comienza a tomar protagonismo, con mayores exigencias por parte del Estado y la ciudadanía respecto al impacto ambiental y la responsabilidad social de las empresas. La promulgación en **1997** del reglamento de la **Ley de Bases Generales del Medio Ambiente** y su instrumento de gestión, el **Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)**, marcó un punto de inflexión. Este marco regulatorio, reforzado por el Decreto Supremo N°40 del año 2012, estableció nuevos estándares ambientales para proyectos productivos, obligando al sector a adelantarse a la puesta en marcha de la regulación y adecuarse de manera paulatina, asumiendo un compromiso explícito con la sostenibilidad a medida que crecía y respondía también a las exigencias sanitarias de los mercados internacionales.

El sector porcino se adapta en esta etapa decisiva de innovación, orientada a incorporar tecnologías capaces de cumplir con los crecientes estándares ambientales, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y disminuir la dependencia de fertilizantes inorgánicos. Este proceso marcó el inicio de una **nueva era de desarrollo tecnológico ambiental**, impulsada tanto por la regulación como por una ciudadanía más consciente y demandante, como por instrumentos voluntarios como los Acuerdos de Producción Limpia liderados por la Consejo de Producción Limpia de Corfo. El avance hacia sistemas más integrados de gestión de nutrientes ha permitido cerrar un círculo virtuoso de sostenibilidad que fortalece la competitividad del sector. El capítulo siguiente profundiza en las tecnologías y soluciones que hicieron posible dicha transformación.



04 Evolución de la sostenibilidad en el sector

En las últimas décadas la sostenibilidad ha dejado de ser un aspecto periférico para convertirse en un eje estratégico del desarrollo económico. Frente a crecientes exigencias normativas, presiones sociales, riesgos climáticos y nuevas demandas de mercado, las empresas han debido transformar sus prácticas productivas, su relación con el entorno y su manera de medir y comunicar su desempeño. Esta evolución ha estado impulsada por dos fuerzas habilitantes principales: **el avance tecnológico y la consolidación de marcos normativos y estándares de sostenibilidad.**

En el sector porcino chileno, la adopción continua de líneas genéticas mejoradas ha permitido **aumentar significativamente la eficiencia productiva:** mejores índices de conversión de alimento, mayor prolificidad en las hembras, menor mortalidad de lechones y en consecuencia, una mayor cantidad y mejor calidad de carne de cerdo producida.

Un ejemplo concreto de este progreso es la evolución del alimento balanceado (maíz, soya y micronutrientes): entre 1972 y 2024, **el índice de conversión pasó de 3,7 a 2,3 kg de alimento por kilo de carne producida, una reducción del 38%,** según datos proporcionados por PIC, casa genética con mayor presencia en Chile. Este cambio representa un ahorro estimado de **41.000 hectáreas de maíz anuales,** con importantes beneficios ambientales en términos de menor consumo de agua, energía y emisiones. Asimismo, la mejora en prolificidad y lechones vivos por camada ha significado un uso más eficiente de insumos y recursos.

(VER FIG.06)

ÍNDICE DE CONVERSIÓN DE ALIMENTO



AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD

Por mejora genética, sanitaria, tecnológica y eficiencia productiva



AHORRO ESTIMADO

41.000

HECTÁREAS DE MAÍZ AL AÑO

Fuente: Elaboración propia con datos PIC, 2024.

“ el índice de conversión pasó de 3,7 a 2,3 kilos de alimento por kilo de carne producida. Este cambio representa un ahorro estimado de 41.000 hectáreas de maíz anuales e importantes beneficios ambientales por menor consumo de agua, energía y emisiones ”

Fuente: Elaboración propia con reportes trimestrales PIC “Análisis de la industria porcina en Latinoamérica”



El sector ha avanzado también de manera incremental hacia la **economía circular**, privilegiando medidas que propenden al reúso de nutrientes y energía dentro del sistema productivo con importantes inversiones en tecnologías para transformar los purines en subproductos útiles como **fertilizantes, enmiendas mejoradoras de suelos y bioenergía**. La implementación de **sistemas de manejo y tratamientos avanzados de purines, han posibilitado la generación de energías renovables y la recirculación de importantes volúmenes de aguas tratadas** al proceso productivo y han sido fundamentales para abordar las preocupaciones ambientales.

A lo largo de los años, el sector migró desde sistemas de confinamiento de purines en grandes lagunas abiertas, a métodos de tratamiento más avanzados, como **biodigestores, plantas de lodos activados, compostaje y lombrifiltros**, aumentando la cobertura en el tratamiento de purines, de menos de 40% en 1998 a más del 95% en 2023, siendo un **82% sistemas avanzados de tratamiento**. (VER FIG.07) .

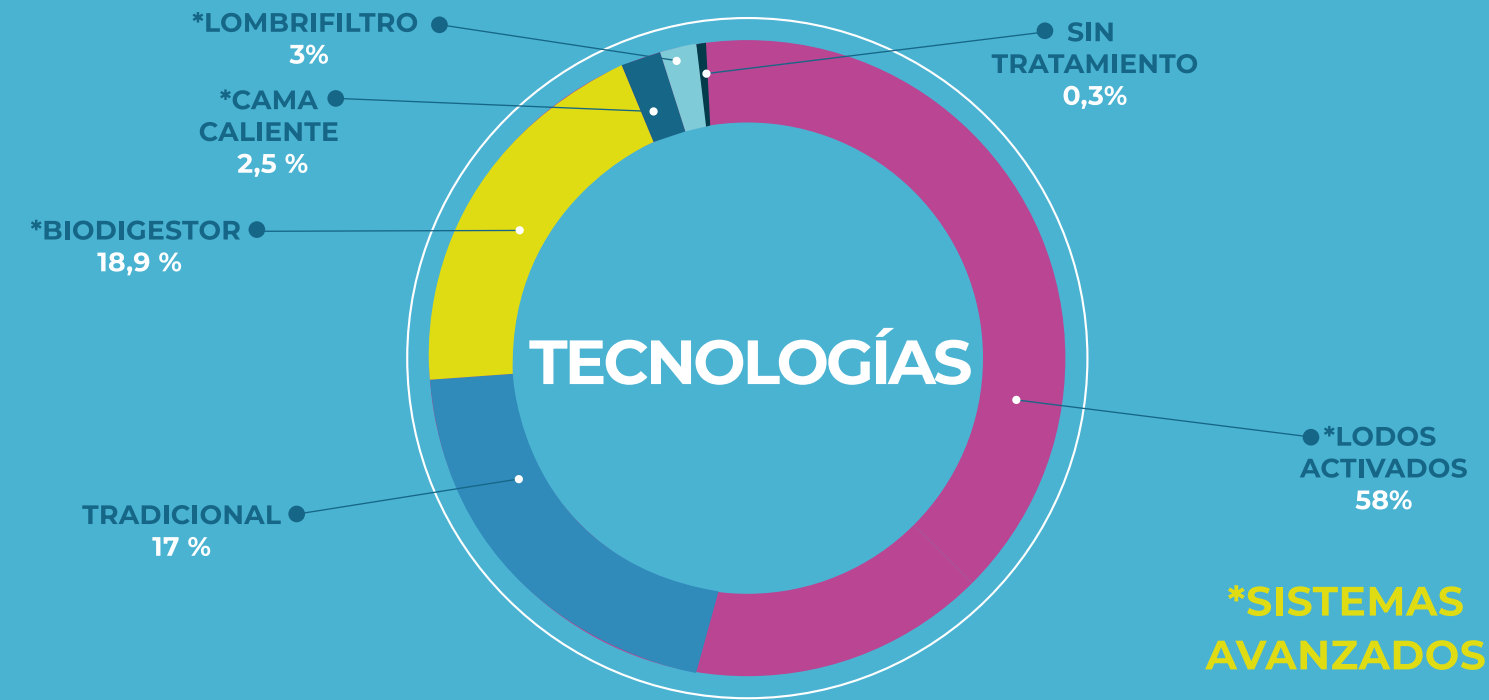
La incorporación de estos sistemas avanzados para el tratamiento de purines, ha permitido una **reducción del 75 %** en las **emisiones de nitrógeno** asociadas a la producción porcina,

pasando de **223 kg** de nitrógeno por tonelada de carne de cerdo producida a inicios de los años **2000, a solo 55 kg en 2024**. Esta mejora significativa se debe principalmente a la adopción de tecnologías como los sistemas de lodos activados y lombrifiltros, los cuales favorecen procesos biológicos de nitrificación y desnitrificación. Estos procesos convierten el nitrógeno reactivo presente en el purín en nitrógeno molecular (N₂), un gas inerte que se libera a la atmósfera sin generar impactos ambientales negativos y reduciendo las emisiones de nitrógeno a suelos. (VER FIG.07) .

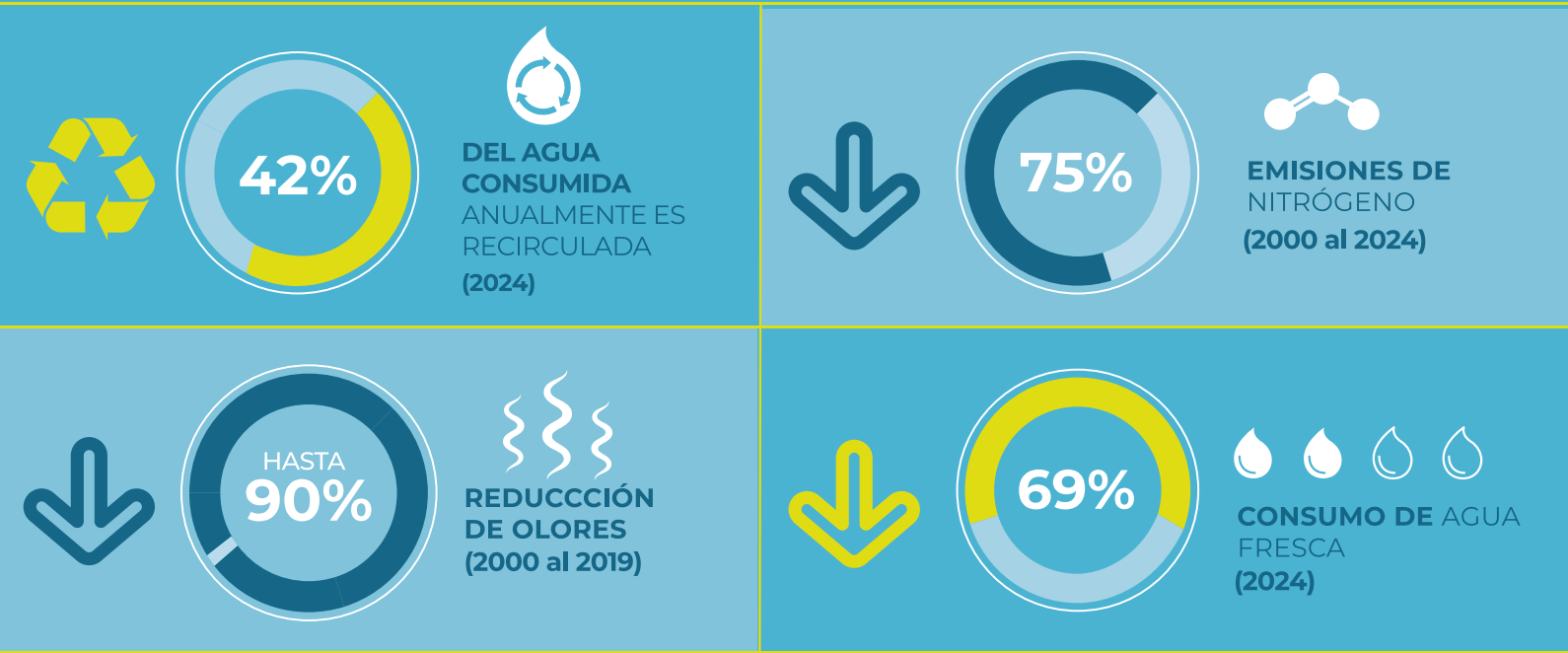
Estas reducciones en la intensidad de las emisiones de nitrógeno en los purines han sido acompañadas por mejoras destacadas en la gestión del agua, donde se calculan **reducciones del 69%** en el consumo de agua fresca a nivel de planteles, logrando disminuir la intensidad de uso de este recurso desde aproximadamente **5,2 m3** por cabeza a inicios del **2000** a valores de **1,5 m3** por cabeza en la actualidad. La mayor recirculación de las aguas tratadas al proceso productivo para aseo y limpieza de los planteles de cerdos, ha sido clave en la reducción del consumo, considerando que la tasa de **recirculación de agua pasó de 2,6 litros** por kilogramo de carne de cerdo en **2015 a 3,6 litros** por kilogramo en **2023**. Del mismo

TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL MANEJO DE PURINES Y CERDOS

Al 2024 el **82%** de la producción porcina con Sistemas de Tratamiento Avanzados*



Al 2024 el **100%** Valorización de purines como bioinsumos en agricultura.



Fuente: Elaboración propia con datos ChileCarne y otros (Ver anexos metodológicos y referencias bibliográficas 24, 27, 42).



modo, entre los años **2000 y 2024** se logra reducir la producción de purines generados pasando de **21 Litros/kg de carne producida a sólo 17 Litros/kg.** (VER FIG.07) .

Este desarrollo tecnológico ha permitido **reducir la intensidad de las emisiones de carbono** por kilogramo de carne de cerdo producido, las que han pasado de **2,92 kg de CO2eq en 2000** a menos de **1,78 kg de CO2eq el 2024**, lo que significa una reducción del **39%.** (VER FIG.08)

Para contextualizar de mejor manera este importante esfuerzo en la implementación de tecnologías de tratamiento avanzadas, podemos realizar una comparación de la situación actual, tomando para ello las emisiones generadas en 2024 por el sector a nivel de planteles, con un escenario simulado en el cuál, el crecimiento productivo del sector se hubiera realizado utilizando la tecnología tradicional de la época, consistente en lagunas de tratamiento. Al hacer dicho ejercicio, es posible visualizar el impacto de la mejora tecnológica en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), las que pasan de 2.384.096 en el escenario sin tecnologías avanzadas en el año 2024, a 1.041.830 toneladas

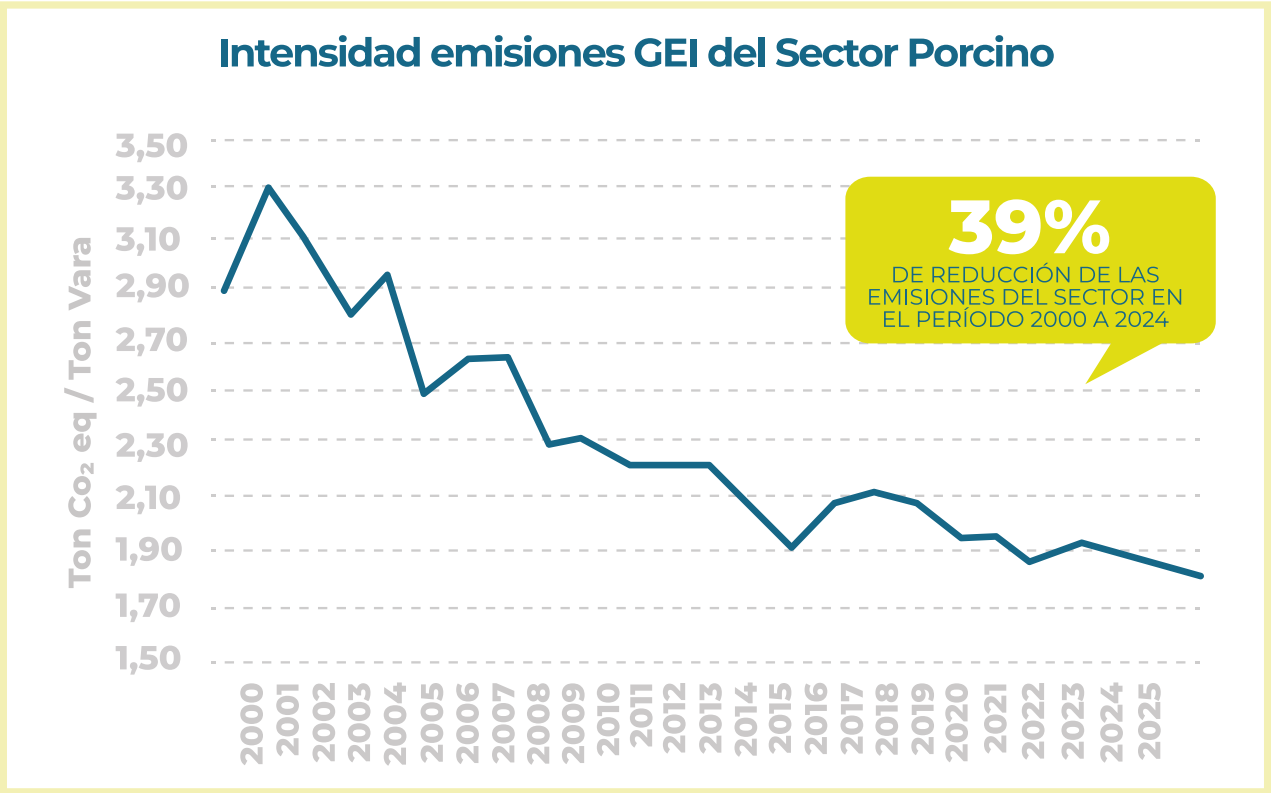
de CO2eq. que son las emisiones reales del sector ese año, **lo que significa una reducción de , equivalente al 100% del compromiso de reducción del sector agrícola al 2030**, según lo establecido en el Plan de Mitigación de GEI vigente. (VER FIG.09)

Estudios globales muestran **amplias diferencias en la huella de carbono** por kilo de cerdo, **según el nivel de tecnología y manejo.** Sin embargo, **la ausencia de marcos comparables utilizados por los estudios existentes a la fecha**, limita la utilidad de estas cifras para establecer líneas base o metas armonizadas.

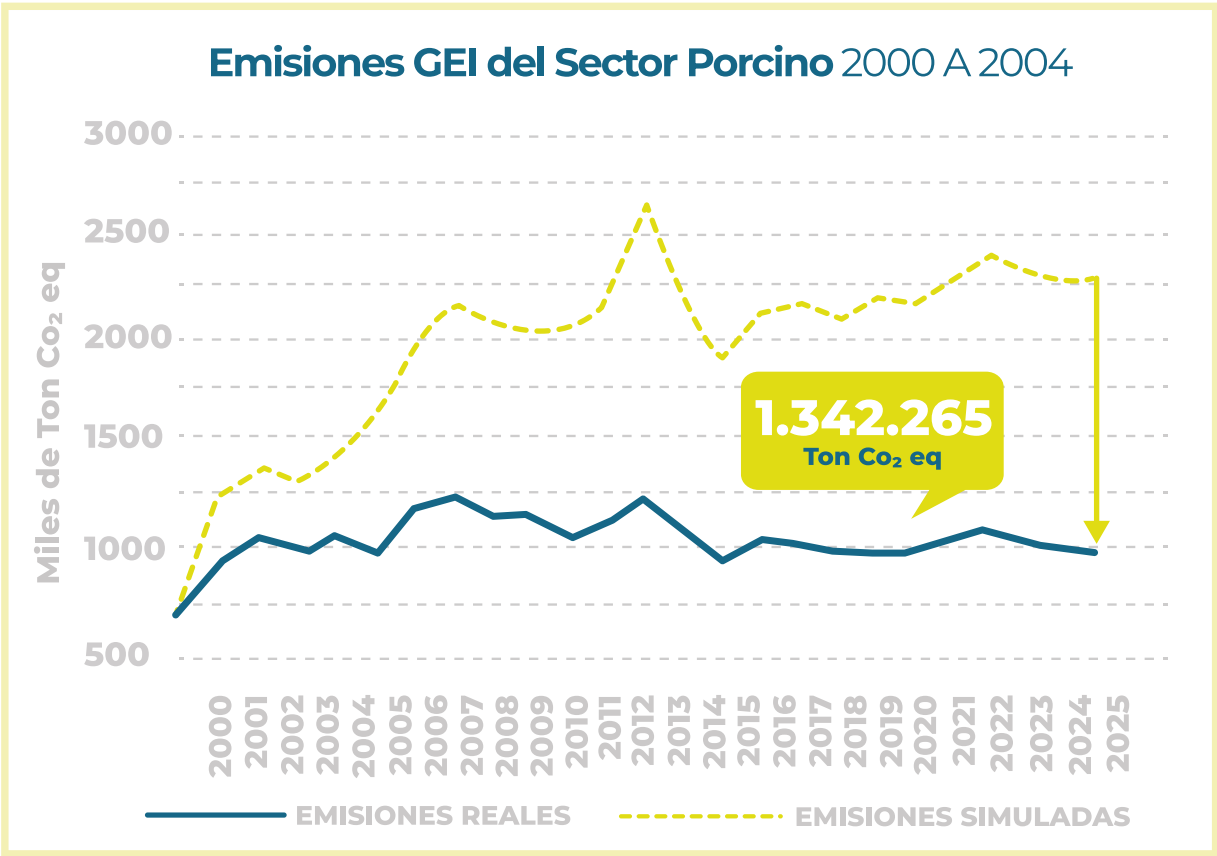
Adicionalmente el uso de biodigestores para el tratamiento ha permitido a los planteles **producir biogás**, el cual es utilizado hoy en día en diversos procesos en **reemplazo de combustibles fósiles**, tales como la calefacción de maternidades, la calefacción de los mismos biodigestores, el **peletizado del alimento** producido en las fábricas de alimento cercanas a los planteles y en algunos puntos en la **generación de energía eléctrica renovable** no convencional la cual se inyecta al Sistema Interconectado Central (SIC). Así para el **2023**, el biogás procedente de los

REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DEL SECTOR PORCINO POR LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO AVANZADAS DE PURINES

PERÍODO 2000 AL 2024 (TON CO2 EQ /TON VARA)



CÁLCULO DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI PARA EL AÑO 2024, A PARTIR DE UN ESCENARIO SIMULADO SIN TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO AVANZADAS (MILES DE TON DE CO2 EQ)



PAÍS	GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)* (*) CIFRAS NO COMPARABLES	ESTUDIO Y AÑO
CHINA	0,6 - 6,75 Kg CO ₂ eq / kg PV	Yang et al., 2023
ESPAÑA	4,8 Kg CO ₂ eq / kg Carne	Coma et al., 2022
DINAMARCA	5,4 Kg CO ₂ eq / kg	Jacobsen et al., 2014
BÉLGICA	3,6 Kg CO ₂ eq / kg	Dalgaard et al., 2007
REINO UNIDO	↓ 37% (2000 a 2017)	Ottosen et al., 2021
CHILE	↓ 39% (2000 a 2024)	Chilecarne, Calculador de emisiones desarrollado por POCH Ambiental, 2010.

Según el Plan de Mitigación de GEI del Sector Agropecuario, se considera alcanzar a mitigar 1.324.760 Ton CO2 eq al 2030

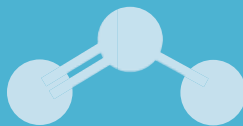
Fuente: Elaboración propia a partir de Herramienta de Cálculo de Emisiones del Sector elaborada por POCH Ambiental y Cifras del Plan de Mitigación de GEI del Sector Agropecuario, año 2024.

INDICADORES 2024



EMISIONES GEI:

1,78 Kg CO₂ eq x  Kg cerdo (PV)



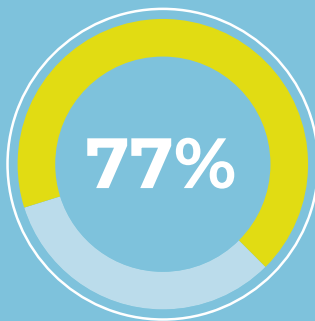
KILOS DE NITRÓGENO (NTK):

55 Kg / Ton  producida

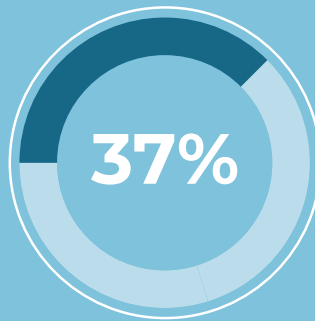


CONSUMO DE AGUA PROMEDIO:

1,5 m3 x cabeza  animal



**PLANTELES
CERTIFICADOS**
PROGRAMA CHILE
ORIGEN CONSCIENTE
(2025)




**ENERGÍA UTILIZADA
ES BIOGÁS**
(2023)



digestores de estiércol cubrió el **36,8%** de las necesidades energéticas totales de los planteles del sector. (VER FIG.10)

La producción de nuevos insumos como el biogás, así como de otros resultantes de las nuevas tecnologías ya mencionadas, como **digestatos, lodos y guanos**, que hoy se transforman en **bioestabilizados**, ha significado afrontar otros desafíos relacionados con la incorporación de estas nuevas áreas al negocio productivo, lo cual ha significado desafíos técnicos, de capacidades y la generación de alianzas con otras industrias y clientes para dichos productos.

El sector avanza hoy hacia la **certificación de sus operaciones, con más del 77% de las instalaciones de producción de carne de cerdo certificadas** bajo criterios de **sostenibilidad**. De estas, 83% ha alcanzado el Nivel 1 y 17% el Nivel 2 del Estándar de Sostenibilidad desarrollado bajo el Programa Chile Origen Consciente (ChOC), el cual es ejecutado por el Ministerio de Agricultura y cuenta con un importante respaldo de organizaciones público -privadas, como los Ministerios de Medio Ambiente, Energía, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), ProChile,

las Agencias de Eficiencia Energética (AEE) y de Sostenibilidad y Cambio Climático de Chile (ASCC). El programa busca **eleva los estándares de sostenibilidad del sector agroalimentario chileno** y participan también los sectores de carne bovina, aves, leche y ciruelas frescas/ deshidratadas, cada uno desarrollando sus propios estándares y procesos de certificación. (VER FIG.10)

Así, la tecnología ha desempeñado un papel crucial en la transformación del sector porcino chileno, permitiéndole mejorar la eficiencia, la sostenibilidad ambiental y cumplir con requisitos regulatorios más estrictos.

Pese a estos importantes logros, persisten **desafíos relevantes**, particularmente el sector debe continuar reduciendo emisiones de carbono y controlando olores, para **cumplir completamente la normativa de olores al año 2027**. De cara al futuro, las inversiones en economía circular, energías renovables y eficiencia productiva serán claves para garantizar la viabilidad del sector porcino en un contexto de **neutralidad de carbono al 2050**.



05

Desarrollo Normativo y su vinculación con el Sector

El proceso de elaboración de normas ambientales en Chile tiene un extenso desarrollo, que ha abarcado históricamente la regulación del aprovechamiento y protección de las aguas, del suelo, la atmósfera, la flora y la fauna. En paralelo a esta evolución, se impulsó la creación de diversas agencias públicas, a las que de modo compartimentalizado, gradual y según componentes específicos, les fueron atribuidas las competencias necesarias para proteger los recursos y velar por la obediencia colectiva de las regulaciones sectoriales respectivas (Guzmán, 2012). Entre los hitos más relevantes en el origen de dicha reglamentación, se encuentran la dictación de la Ley N° 3.133 de 1916, sobre la neutralización de residuos industriales, que prohibía a las industrias verter desechos dañinos en cuerpos de agua, estableciendo multas para los infractores; Así mismo, en 1912 se crearon reservas forestales y en 1931 se promulgó la Ley de Bosques, orientada a la protección y fomento forestal (Congreso Nacional, 1994). Posteriormente, en 1947 se establecen estándares mínimos de salubridad para las municipalidades, y en 1967 se promulgó el Código Sanitario. Si bien trascendentes, todos éstos avances se desarrollaron bajo una mirada dispersa, sectorializada y enfocada en aspectos específicos.

Un cambio fundamental se produjo con la Constitución de 1980, que en su artículo 19 N°8 consagró el derecho de las personas a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, estableciendo el deber del Estado de velar por este derecho y la preservación de la naturaleza. Este mandato constitucional sentó las bases para el desarrollo de una legislación ambiental moderna.

El punto de inflexión más significativo llegó con la promulgación de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente en 1994. Inspirada en parte por los compromisos internacionales adquiridos por Chile tras la Cumbre de Río de 1992, esta ley respondió a la necesidad de dotar al país de una legislación marco y de una institucionalidad robusta en un contexto de transición democrática y apertura internacional. El estatuto, abordó de manera sistemática el tratamiento jurídico del medio ambiente, definiendo el marco de acción de la institucionalidad pública en este ámbito (Guzmán, 2012) Estableció los principios rectores del derecho ambiental chileno, como el principio preventivo y el principio de que “el que contamina paga”; creó una estructura institucional específica, inicialmente la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), antecesora del actual Ministerio del Medio Ambiente (MMA), e introdujo instrumentos modernos de gestión ambiental, tales como la evaluación de impacto ambiental y la responsabilidad por daño ambiental.

Con la entrada en vigor de la **Ley de Bases del Medio Ambiente en 1994**, se dictaron las primeras normas de emisión en Chile,

en respuesta a crecientes preocupaciones ambientales, especialmente respecto de la contaminación del agua. A partir de entonces **se inició un proceso de mayores exigencias normativas** en torno a la protección de la salud de las personas y del medio ambiente, el control de emisiones, la gestión de residuos, la prevención de la contaminación y la eficiencia en el uso de los recursos naturales, un proceso que se mantiene en constante evolución hasta hoy.

Estos hitos dieron paso al **desarrollo de un nuevo modelo productivo para el sector porcino**, orientado a incorporar tecnologías y procesos que permitieran cumplir con los estándares ambientales emergentes, reducir la huella ecológica de la actividad, mantener su viabilidad económica y aumentar la transparencia y trazabilidad. Muchas de estas **estas transformaciones fueron impulsadas mediante la colaboración público-privada, en particular a través de los Acuerdos de Producción Limpia (APL)**, instrumentos de gestión que, mediante convenios voluntarios entre empresas y organismos públicos, buscan implementar mejoras ambientales, tecnológicas y de gestión, alineadas con los desafíos normativos y de sostenibilidad. **(VER BOX.01)**

En este contexto, en **1999** el sector porcino suscribió el **Primer Acuerdo de Producción Limpia (APL I)**, marcando un hito en su compromiso ambiental y en la adopción de prácticas responsables. Participaron 42 empresas productoras, de las cuales 31 culminaron la implementación de las medidas, alcanzando un cumplimiento global promedio del 87%.





La Asociación de Productores de Cerdos de Chile (ASPROCER) asumió el liderazgo en esta tarea, que constituyó una experiencia pionera en la incorporación de una cultura de gestión ambiental en la industria alimentaria nacional. No obstante, la evaluación final realizada en 2002 evidenció la persistencia de importantes brechas que requerían ser abordadas.

Construyendo sobre estos resultados, en **2005 se estableció un segundo acuerdo entre las autoridades y el sector**, que esta vez contó con la adhesión de un mayor número de actores: 45 empresas productoras y 170 planteles, distribuidos entre las regiones de Valparaíso y La Araucanía. Los objetivos de esta segunda etapa se centraron en la mejora de los planes de manejo de efluentes (PAP), incluyendo balances de nutrientes críticos y sistemas de almacenamiento técnicamente avanzados para enfrentar contingencias y almacenar purines durante períodos de lluvias intensas, con el fin de evitar la contaminación de suelos y aguas. Paralelamente, se reforzaron las medidas de mitigación y control de olores y vectores.

Los resultados fueron significativos: 29 empresas y 149 planteles lograron la certificación, alcanzando un 88% de cumplimiento, cifra superior al 74% registrado en el APL I. El detalle de la evaluación mostró un 100% de cumplimiento de las medidas

por parte de las empresas e instalaciones certificadas. La adopción de planes de manejo de nutrientes permitió reducir en promedio un 60% la carga de nitrógeno aplicada por hectárea y aumentar en un 38% la superficie de riego existente. Asimismo, se realizaron inversiones equivalentes al 76% de los costos de implementación (+ US\$ 1.250 millones al 2008) en tecnologías avanzadas de tratamiento de purines y en la mejora de embalses de contingencia. El impacto fue visible: se constató una reducción significativa en los reclamos **por olores** en la mayoría de los planteles adheridos y la ausencia total de reclamos en un 5% de ellos, de acuerdo con el informe de evaluación de impacto ambiental, económico y social elaborado por POCH Ambiental para el Consejo Nacional de Producción Limpia en diciembre de 2008. **(VER BOX.02)**

A pesar de los avances alcanzados, uno de los hitos más complejos y aleccionadores para el sector porcino fue el caso Freirina. En 2012, una de las mayores instalaciones de producción porcina del país enfrentó una fuerte oposición pública, principalmente por problemas asociados a la gestión de olores, lo que derivó en movilizaciones sociales, el cierre temporal de la planta y un intenso debate nacional sobre los límites del desarrollo agroindustrial. Este episodio no fue un hecho aislado ni fortuito, sino parte de un





contexto más amplio de transformación social, ambiental y política, tanto en Chile como a nivel global. En esa década, la sostenibilidad dejó de ser solo una meta técnica o regulatoria para convertirse en una demanda ciudadana, entendida como un derecho social que exige participación activa de las comunidades en las decisiones que afectan su entorno.

Desde entonces, el sector porcino ha fortalecido el trabajo que ya venía realizando con las comunidades vecinas, buscando establecer relaciones positivas y responder de manera

proactiva a los desafíos sociales propios de los negocios agroindustriales. También se consolidaron importantes avances en materia de estudios, innovación e implementación de nuevas tecnologías con foco en mitigación de olores y reducción de la huella ambiental.

Un trabajo clave fue el desarrollado por el sector en la caracterización del comportamiento del olor y su potencial impacto en distintos escenarios, considerando la diversidad geográfica, climática y operacional de los planteles, así como su cercanía relativa a comunidades vecinas y el análisis de

normativa comparada existente en materia de olores a nivel internacional y posibilidades de ser aplicadas al sector agropecuario. Lo anterior permitió aportar en el diálogo técnico convocado por el Ministerio del Medio Ambiente entre 2014 y 2023 y en que participaron también otros actores como la academia, expertos nacionales e internacionales, representantes de gremios y de la sociedad civil interesados en el tema, el que culminó con la publicación de la primera norma chilena que regula las emisiones de olor desde planteles porcinos con potencial de afectar la calidad de vida de la población, aplicable

tanto a instalaciones nuevas como existentes y vigente al día de hoy. En ese período de tiempo y producto del trabajo iniciado con el Ministerio de Agricultura y la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), **el sector firmó en enero de 2022**, un nuevo compromiso para impulsar la adopción de prácticas sostenibles en el sector porcino, el cual se estableció en el marco del **Programa Chile Origen Consciente**, una iniciativa que busca el reconocimiento de Chile y sus empresas en producir alimentos de calidad, inocuos y respetuosos con el medio ambiente y las personas, tanto a nivel nacional



como internacional. Este nuevo APL para el sector porcino, es una hoja de ruta orientada en la implementación de medidas, metas e indicadores medibles y verificables de la sostenibilidad de las empresas de producción porcina y a futuro de toda la cadena de producción de carne de cerdo chilena.

(VER BOX.02)

A pesar de todo este proceso de fortalecimiento regulatorio, **el sector enfrenta importantes desafíos**, siendo uno de los principales, la ausencia a nivel Nacional de un marco legal robusto y coherente de ordenamiento territorial. Chile carece de una ley marco específica sobre **ordenamiento territorial**, lo que significa que la planificación y regulación del uso del suelo se realiza principalmente a través de instrumentos de planificación territorial (IPT) sectoriales, enfocados sobre todo en la zonificación urbana y no en el desarrollo sostenible del territorio en su conjunto (Espinoza, 2018), lo que genera una constante tensión entre el desarrollo productivo y la presión inmobiliaria sobre el territorio rural.

(VER BOX.06)

Por otra parte, la normativa ambiental chilena basada principalmente en un enfoque punitivo y preventivo, a través del principio rector “el que contamina paga”, se traduce en la aplicación de sanciones y multas a quienes generan externalidades negativas para el medio ambiente (Plaza, 2016). Un enfoque que busca disuadir conductas nocivas mediante la internalización de los costos ambientales por parte de los agentes económicos, pero

invisibiliza y no pone incentivos en los beneficios ambientales asociados a la implementación de mejoras ambientales y sociales tales como, la valorización de residuos, el reemplazo de fertilizantes químicos, la producción de energía, captura de carbono, entre otros.

Pese a los esfuerzos de coordinación, persiste una **fragmentación institucional** en la interacción entre los distintos organismos competentes (SAG, MMA, SMA, Seremis y municipios). Ello se refleja en la superposición de criterios, duplicidad de esfuerzos e **incertidumbre en la tramitación de permisos**, además de la **falta de armonización técnica**, lo que genera diferencias significativas entre regiones y servicios en materias como la gestión de olores molestos, las distancias mínimas a centros poblados o el manejo de residuos. Esta situación se hace especialmente evidente en los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), donde las decisiones de las Comisiones Evaluadoras y del Comité de Ministros suelen incorporar factores políticos, sociales o territoriales que no están formalmente establecidos en la normativa.

La suma de estos factores ha desencadenado la situación actual de **estancamiento productivo del sector** limitando sus posibilidades de crecimiento y competitividad.

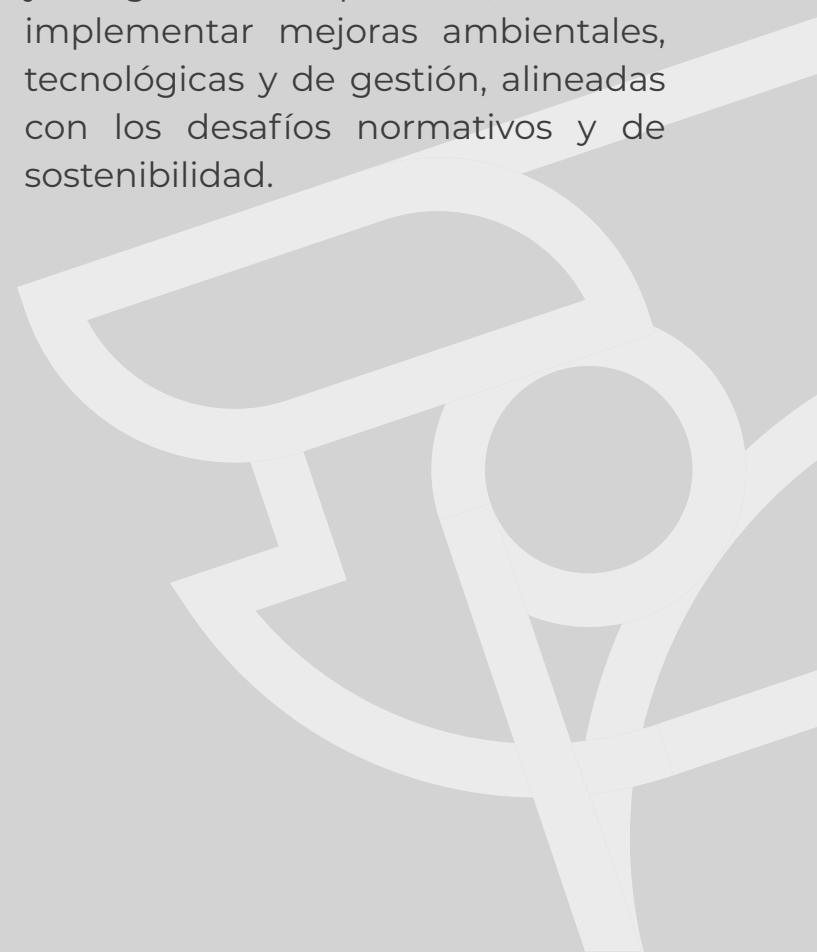
PRODUCCIÓN LIMPIA



El concepto de Producción Limpia (PL) fue introducido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 1990, como una estrategia preventiva de gestión ambiental y fue adoptada como política pública en Chile en 2001. Se basa en optimizar procesos, productos y servicios mediante cambios tecnológicos, operacionales y de gestión, promoviendo la competitividad.

La Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), creada en 1998 como el Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL), bajo la supervisión de un Consejo Directivo

multisectorial presidido hasta el año 2024 por el Ministerio de Economía y a contar de 2025 por el Ministerio de Medioambiente, lidera la promoción de la Producción Limpia en Chile y actúa como plataforma de coordinación entre los sectores para implementar Acuerdos de Producción Limpia, instrumentos de gestión pública que a través de convenios voluntarios entre empresas y organismos públicos, buscan implementar mejoras ambientales, tecnológicas y de gestión, alineadas con los desafíos normativos y de sostenibilidad.



ACUERDOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA (APL) VOLUNTARIOS FIRMADOS POR EL SECTOR PORCINO

APL I (1999)

LOS PRIMEROS PASOS HACIA UNA PRODUCCIÓN RESPONSABLE

- Eliminación total de descargas de purines a cursos de agua superficial.
- Reducción del 5% en el consumo de agua.
- Certificación de 31 de 42 empresas participantes.
- Implementación de mejores tecnologías de limpieza, como las tipo Pit & Flush en pabellones y mejoras tecnológicas en el manejo de purines en los planteles.
- Implementación de PMA (planes de manejo) para uso agrícola de purines.
- Impulso a mejores prácticas de fertilización y enmienda de suelos agrícolas.
- Fomento de cultura ambiental empresarial y mejora continua.
- Reconocimiento público de los APL como guía de buenas prácticas.

APL II (2005)

CONSOLIDACIÓN Y NUEVOS ESTÁNDARES

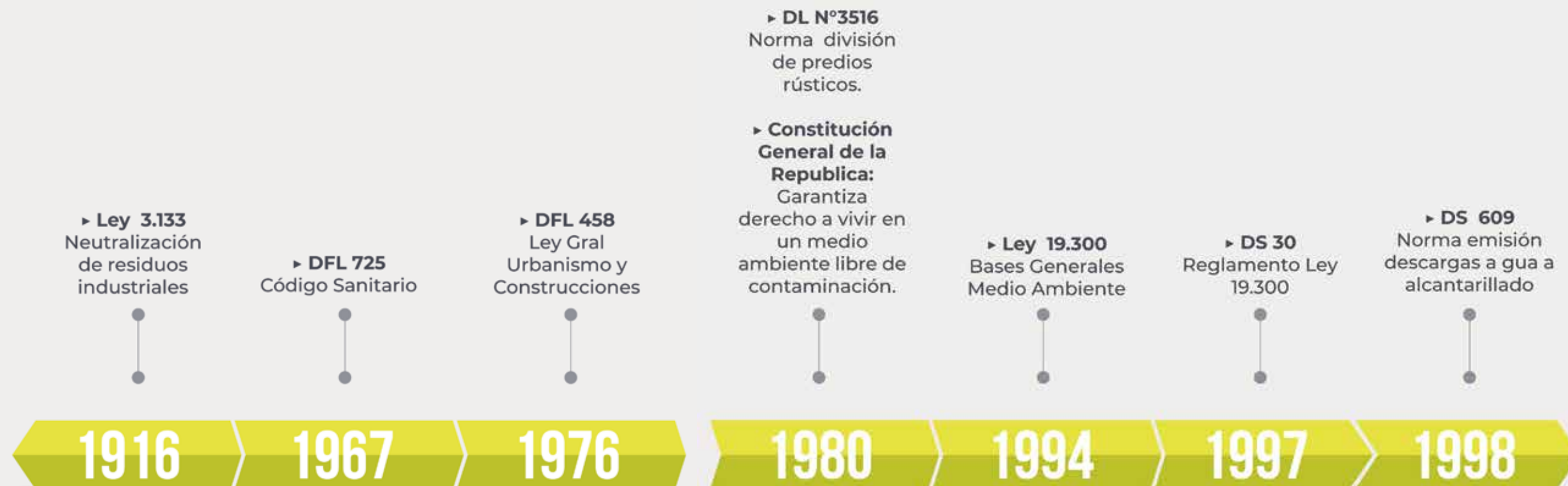
- Implementación obligatoria de Planes de Aplicación de Purines (PAP) en la utilización de purines como fertilizante y enmienda orgánica de suelos agrícolas.
- Ampliación del 20% de la superficie de fertiriego y reducción del 60% en la carga de nitrógeno por hectárea.
- Construcción de embalses de alta tecnología para acumulación invernal de purines o para enfrentar contingencias.
- Realización de un riguroso estudio sobre nitratos en aguas subterráneas junto con instituciones chilenas y extranjeras, donde el resultado fue claro: no hay evidencia de contaminación significativa por nitrógeno atribuible al sector porcino, validando la eficacia del modelo de gestión ambiental aplicado.
- Incorporación de temas como seguridad laboral y manejo de residuos veterinarios.

APL Estándar de Sostenibilidad Chile Origen Consciente (2022)

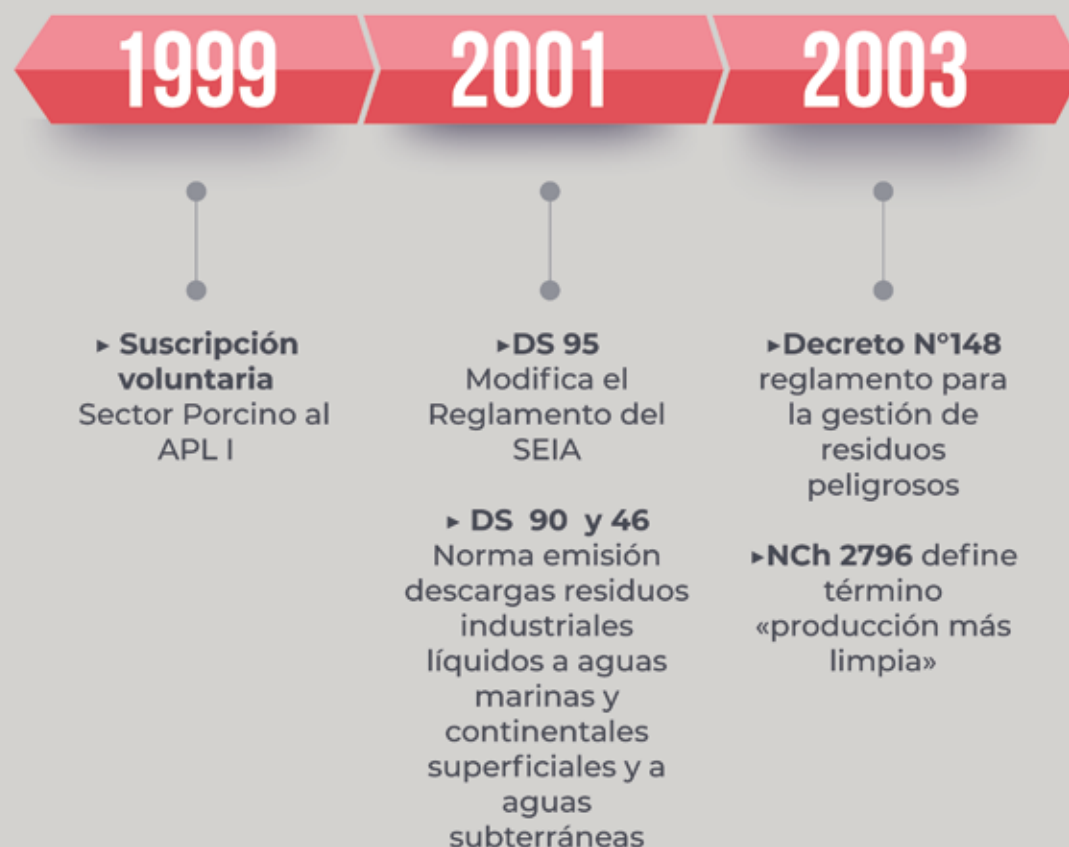
- Parte del programa Chile Origen Consciente del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) que promueve y certifica la sostenibilidad de las empresas agroalimentarias chilenas y que ya posee 240 empresas agroalimentarias certificadas.
- Primer estándar sectorial con enfoque integral en sostenibilidad.
- Más de 20 temáticas abordadas: Reducción y mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y olores, eficiencia hídrica, energética, economía circular, fortalecimiento del vínculo con las comunidades, la responsabilidad empresarial con el entorno y con toda la cadena de valor.
- 77% de la producción porcina ya certificada bajo este nuevo estándar.

**ANTES DE 1998:**

- Foco en mejoras sanitarias, eliminación de enfermedades.
- Modernización de procesos productivos.
- Aumento en productividad y calidad de la carne.
- Purines mayoritariamente sin tratamiento. (<60% en 1998)
- Tratamientos existentes en base a lagunas.

**1998 – 2003: PRIMEROS PASOS**

- Suscripción voluntaria APL 1.
- Introducción de tecnologías para el manejo de purines como separación sólido-líquido de purines.
- Eliminación de descargas de purines a cursos de agua.
- Debuta el Mecanismo de Desarrollo Limpio - MDL como incentivo a mitigación de GEI.



LÍNEA DE TIEMPO

Evolución normativa ambiental, Firma de APL Voluntarios, Desarrollos Tecnológicos e hitos relevantes para el sector porcino.





2005 - 2015: NUEVOS AVANCES EN GESTIÓN Y TECNOLOGÍAS:

- Suscripción voluntaria APL2 de Cerdos.
- Planes de Aplicación de Purines (PAP) como herramienta de gestión y mitigación de impactos para el uso agrícola de purines, guanos y lodos del proceso productivo.
- Masiva incorporación de Tecnologías de Tratamiento avanzadas de purines en planteles.

► Suscripción voluntaria APL II

► **Ley 20.096**
mecanismos control sustancias agotadoras capa de ozono

► **NCh 3190**
Determinación concentración de olor por olfatometría dinámica

► **Ley 20417**
crea MMA, SEA y SMA

2005

2009

2010

► **DS 12 Norma**
Primaria Calidad Ambiental MP2,5

► **DS 40**
establece reglamento del SEIA

► **Ley 20.600**
Crea los Tribunales Ambientales

► **Ley 20.607**
modifica DFL 725 relativo a inocuidad de los alimento

► **Decreto 38**
Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión

► **DS 30**
Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncia y Planes de Reparación

► **DS 1**
Regula el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)

► **Ley 20.780**
Reforma tributaria: Introduce diversos ajustes en el sistema (impuestos verdes)

2011

2012

2013

2014



2015 - PRESENTE: EFICIENCIA, CIRCULARIDAD Y SOSTENIBILIDAD

- Generación y aprovechamiento de Energías Renovables en planteles y empresas.
- Desarrollo de estándares de sostenibilidad sectoriales e indicadores de sostenibilidad.
- Investigación aplicada, Innovación en Economía Circular y Mejora continua en eficiencia de recursos.

2015

2016

2020

► **Decreto 34**
Crea la Comisión Interministerial de Ciudad, Vivienda y Territorio

► **NCh 3375**
Requisito de calidad del digestato

► **Ley 20.920 REP**

► **Decreto 19**
aprueba Política de Desarrollo Rural

2021

2022

2023

2024

► **Decreto 469**
aprueba Política Nacional de Ordenamiento Territorial

► **DS12**
Establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones de envases y embalajes. Ley REP

► **Ley 21.455**
Ley Marco Cambio Climático

► **Suscripción Voluntaria**
del Sector Porcino al APL Sustentable Chile Origen Consciente.

► **DS 9**
Norma emisión olores para planteles porcinos

► **Res. Exenta MINAGRI N°404**
Crea Programa Chile Origen Consciente

► **Actualización normas chilenas APL**

IMPACTO TRANSFORMADOR DE LOS ACUERDOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA (APL)



Los APL han sido uno de los **principales catalizadores del avance hacia una producción más sostenible en Chile**. Este instrumento ha permitido a diversos sectores —incluido el porcino— incorporar de manera sistemática mejores prácticas, innovaciones tecnológicas y estándares de desempeño que hoy son parte del sello competitivo de la producción nacional. Gracias a los APL, se ha logrado alinear objetivos público-privados, uniformar criterios de gestión y desarrollar indicadores sectoriales de sostenibilidad, facilitando además la participación de las empresas en programas estratégicos del Estado, como Huella Chile, para la medición y verificación de su huella de

carbono.

A lo largo de su implementación, el instrumento ha demostrado ser flexible y adaptable a distintas realidades productivas, constituyéndose en una **herramienta clave para la transición hacia modelos de producción más eficientes, trazables y con menor impacto ambiental**. En este contexto, la actualización en el año 2024 de las Normas Chilenas (NCh) sobre APL, lideradas por el Instituto Nacional de Normalización (INN), representa un paso significativo hacia la consolidación de metodologías homogéneas y transparentes, que fortalecen la credibilidad y el reconocimiento de los APL tanto a nivel nacional como internacional.



Mirando hacia el futuro, existen oportunidades para seguir fortaleciendo el instrumento, consolidando su articulación con políticas públicas y privadas de sostenibilidad. Entre las **oportunidades de mejora** se destaca la dictación del Reglamento APL, que permita su reconocimiento formal como instrumentos de gestión ambiental preventiva, asegurando su integración con otros instrumentos del Estado, como el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y Sistemas de reporte, medición, certificación, así como la taxonomía sostenible, entre otros. Asimismo, modernizar los actuales mecanismos de auditoría y certificación, incorporando figuras



como revisores independientes con respaldo institucional, permitiría agilizar los procesos de validación y certificación, optimizando los recursos públicos y fortaleciendo la confianza del sector privado.

De esta manera, los APL pueden evolucionar en su rol de promotores voluntarios de buenas prácticas a **herramienta estratégica de política pública**, capaz de impulsar la competitividad de la producción chilena sostenible, fomentar la innovación y consolidar la imagen de Chile como un país comprometido con la producción responsable y el desarrollo sostenible.



06

Síntesis: Aciertos y desafíos

El sector porcino chileno se ha convertido en **una actividad tecnológicamente avanzada, impulsada por la exportación y con un fuerte compromiso con la sostenibilidad.** Los marcos regulatorios, las innovaciones tecnológicas y las colaboraciones público-privadas han desempeñado un papel esencial en la configuración de la trayectoria del sector, el cual se ha posicionado como un sector competitivo a nivel mundial y altamente eficiente.

A lo largo del proceso, se han consolidado proyectos clave como lo es el trabajo permanente desarrollado con la autoridad para el levantamiento del inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el calculador online de huella de carbono disponible para las empresas socias, así como múltiples estudios en materia de eficiencia energética e hídrica, que han podido establecer medidas priorizadas de alto impacto y eficiencia en la reducción de emisiones.

Si bien el sector ha logrado avances sustanciales en áreas como la **gestión del estiércol**, la **conservación del agua** y la adopción de **energías renovables**, el cumplimiento de las regulaciones ambientales, la gestión de recursos naturales y la **mejora de las relaciones comunitarias** requieren de inversión e innovación continuas.

La combinación de escala exportadora, eficiencia productiva y arraigo territorial convierte al sector porcino chileno en un actor clave para enfrentar

el **desafío de una seguridad alimentaria sostenible.** Sin embargo, su continuidad y expansión enfrentan crecientes desafíos que deben ser abordados desde una mirada estratégica, colaborativa y de largo plazo.

La falta de ordenamiento territorial ha generado el crecimiento inorgánico de las ciudades al margen de los instrumentos de planificación vigentes, lo cual acarrea conflictos debido al acercamiento de las comunidades a los planteles productivos, sumado a las barreras para la relocalización, mejoras tecnológicas y/o expansión de unidades productivas. Lo anterior, además de generar incertidumbre jurídica y regulatoria para el sector, abre espacio a conflictos de vecindad no previstos y pone en riesgo los avances logrados en el cumplimiento de las regulaciones ambientales. Un ejemplo de ello es la adopción de la Norma de Emisión de Olores, que exige inversiones sustanciales en tecnologías de mitigación y agrega una presión significativa sobre los productores. Situación de incertidumbre amenaza con socavar la ya debilitada confianza del sector y con desvalorizar el trabajo y las importantes inversiones realizadas en nuevas tecnologías para reducir impactos durante los últimos años.

(VER BOX.06)

La disponibilidad de agua es otra preocupación, particularmente dada la vulnerabilidad de Chile a las sequías. La producción de carne de cerdo requiere de agua dulce de calidad y equilibrar

las demandas de los diferentes usuarios de agua de la cuenca con la producción sigue siendo un tema complejo. Las empresas deben recibir apoyo para seguir explorando tecnologías innovadoras de ahorro y tratamiento de aguas grises para mitigar los riesgos.

Las presiones económicas también plantean desafíos, particularmente en relación con **la dependencia de los piensos importados**. Actualmente, el 100% de la soya y el 75% del maíz utilizados en la formulación de piensos son importados, principalmente desde países como Argentina, Brasil y Estados Unidos (Fuente Asprocer 2024, a partir de información de Odepa y Aduanas). Si bien estos porcentajes varían año a año, se trata de una condición que expone a la producción a las fluctuaciones de precios internacionales, barreras comerciales, restricciones logísticas o eventos climáticos extremos que afecten la oferta global y limita la autonomía del país en el desarrollo de su estrategia de seguridad alimentaria, resiliencia y sostenibilidad, especialmente en escenarios de disrupción del comercio global.

El sector porcino a nivel global, referente siempre para Chile, está investigando activamente fuentes alternativas de alimentos y optimizaciones dietéticas para reducir la dependencia de los granos importados, que promuevan a su vez la integración con el territorio y la creación de **nuevas oportunidades sociales y para el cierre de ciclos de agua, nutrientes y energía**.

Uno de los **principales desafíos estructurales del sector porcino chileno** es la creciente **desaparición de empresas pequeñas y**

medianas, situación provocada, en parte, por las **altas exigencias ambientales y sanitarias**, cuyos costos de cumplimiento resultan prohibitivos para muchas pymes, y por la falta de acceso a **economías de escala**, que encarece sus costos unitarios y limita su capacidad de competir, invertir en tecnologías limpias y acceder a mercados de mayor valor.

La consecuencia de este escenario es doble: por un lado, se debilita la **diversidad y resiliencia del sector**, al reducirse la base empresarial capaz de sostener la producción en el largo plazo; y por otro, se generan **barreras a la innovación y a la competitividad internacional**, ya que la concentración limita la incorporación de nuevos actores, reduce la competencia y aumenta la vulnerabilidad frente a crisis económicas, sanitarias o ambientales. El resultado es una estructura productiva que, si bien ha logrado altos niveles de eficiencia y cumplimiento en sus segmentos más grandes, ha arriesgado la desaparición paulatina de actores pequeños y medianos. Abordar esta problemática exige avanzar hacia políticas habilitantes que promuevan la formalización, el acceso a financiamiento, la asociatividad y la incorporación tecnológica del segmento pyme, asegurando condiciones habilitantes para su reincorporación en la cadena.

EL DESAFÍO DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y EL PROBLEMA DE LA EXPANSIÓN URBANA EN CHILE

La **expansión urbana**, formal e informal es uno de los problemas más importantes que enfrenta Chile debido a los múltiples impactos no previstos ni regulados sobre el medioambiente y el territorio.

De acuerdo a estimaciones del Ministerio de Vivienda, entre los años 2000 al 2022, se habrían aprobado subdivisiones en el área rural para **300 mil parcelas** de superficies de entre 0,5 y 1 hectárea, para construcción viviendas en el área rural. Lo anterior significa una superficie de **175.000 a 300.000 hectáreas**, las que superarían las 208.688 hectáreas que tiene la extensión de todas las áreas urbanas del país.

Las parcelaciones rurales comprometen por lo tanto una **superficie equivalente a la ya construida en todo el territorio nacional**.

La urbanización generada por el aumento acelerado de la población que habita las áreas urbanas y la creciente transformación de las zonas rurales en áreas urbanizadas es una de las megatendencias universales que amenazan la sostenibilidad de los países en este siglo y que requieren de políticas públicas consistentes para frenar los **impactos negativos*** que generan.

(*) La pérdida de los suelos agrícolas productivos y la presión sobre los recursos naturales, así como la contaminación de aguas superficiales y subterráneas por la ausencia de soluciones efectivas de alcantarillado; pérdidas de biodiversidad por fragmentación de hábitats, o el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero y material particulado, entre otros por el alto flujo de vehículos en caminos de tierra no consolidados, y los problemas en la gestión de residuos sólidos – basuras – generación de olores, moscas y otros vectores, así como el aumento de incendios y riesgos de exposición a desastres por localización en zonas no aptas para la vivienda, además de los importantes impactos sobre las actividades productivas existentes.

Una mirada hacia el futuro

El sector porcino chileno se encuentra hoy ante una encrucijada estratégica. Su continuidad como actor competitivo a nivel global ya no dependerá únicamente de mejoras incrementales en eficiencia productiva o en el cumplimiento ambiental, sino de su **capacidad para adaptarse a un nuevo contexto internacional** caracterizado por desafíos multidimensionales, que exigen una **transformación más profunda, sistémica y resiliente**. En este nuevo escenario convergen fenómenos como la **transición digital, la inseguridad alimentaria global, la creciente fragmentación geopolítica y económica**, la desigualdad social, la crisis ambiental sin precedentes y la necesidad de **nuevas formas de gobernanza** más transparentes, inclusivas y eficaces.

Desde una perspectiva de seguridad alimentaria, el sector porcino está llamado a desempeñar un rol central, dada su capacidad para ofrecer proteínas de alto valor biológico con una **eficiencia superior en conversión alimentaria y una huella ambiental relativamente menor** que otros sistemas ganaderos. Sin embargo, garantizar su aporte en escenarios futuros requiere enfrentar de manera estructural ciertas **vulnerabilidades críticas**. Entre ellas destaca la **alta dependencia de insumos importados** por lo que resulta urgente explorar fórmulas y desarrollar estrategias de **mitigación de riesgos**, que evalúen otras alternativas nutricionales viables, tales como cultivos locales no tradicionales, o fuentes alternativas a las proteínas vegetales, o posibilidades

A photograph showing a pig lying on its side on a dirt surface. A green rubber boot is positioned next to the pig's head. The pig's skin is pink and its eyes are closed. The boot is dark green with a lighter green sole. The background is blurred, showing more of the pig and the ground.

de alimentación proveniente de residuos y sinergias con otras industrias en modelos de producción agropecuaria integrada, entre otras combinaciones posibles que permitan avanzar a modelos más autosustentables como los pilotos de integración agropecuaria en Brasil, donde el uso de torta de girasol o residuos de leguminosas locales ha mostrado resultados promisorios, o los sistemas regenerativos en Estados Unidos que muestran menor vulnerabilidad a riesgos climáticos, sanitarios y de precios.

La carencia histórica de ordenamiento territorial en las zonas rurales constituye otro de los grandes desafíos. La expansión desregulada de zonas residenciales en áreas de vocación agroindustrial ha incrementado los conflictos de convivencia y ha erosionado la viabilidad de muchas actividades productivas. La experiencia francesa, con la figura de “zonas de protección agrícola”, así como las recientes reformas en los Länder alemanes que vinculan usos de suelo a criterios ambientales y de vecindad, ofrecen marcos valiosos para repensar la planificación del territorio rural en Chile, integrando criterios técnicos, ecológicos y sociales, con participación efectiva de las comunidades.

En este contexto, **la diversificación de modelos de negocio** emerge como un camino necesario. Ya no se trata solo de producir carne, sino de integrar nuevas cadenas de valor que permitan aprovechar al máximo los subproductos generados y construir relaciones positivas que imiten los modos de producción de la naturaleza

A close-up photograph of a pig's snout. The snout is pink and has two large nostrils. The pig's skin is light brown and has some white hair. The background is blurred, showing more of the pig's head and body.

en su carácter multiproducto. El concepto de **biorrefinería** se consolida como una alternativa transformadora: convertir purines, guano y residuos agroindustriales en **biofertilizantes, energía renovable, biomoléculas** con aplicaciones en salud humana, nutrición animal o cosmética, e incluso en materiales biodegradables que puedan sustituir fibras y polímeros sintéticos. Países como Dinamarca y los Países Bajos han desarrollado biorrefinerías porcinas a gran escala, combinando biodigestores, sistemas de separación avanzada de nutrientes y plantas de concentración de nitrógeno, generando productos comercializables y reduciendo significativamente las externalidades ambientales. Asimismo Brasil, a través de su estrategia de economía circular y hoja de ruta nacional del biogás, demuestra el compromiso estratégico del país para escalar biorrefinerías vinculadas al sector agropecuario (World Biogás Association, 2025). En Chile, la experiencia inicial de utilización del biogás para calefacción de maternidades, peletizado de alimento y suministro eléctrico, es un ejemplo pionero que anticipa esta evolución. En paralelo, emergen en el plano internacional **modelos de producción porcina regenerativa**, como el de Singing Pastures en Estados Unidos, que integran el manejo de praderas, la restauración de suelos y el bienestar animal como ejes productivos, generando sistemas resilientes que revalorizan la producción local y ofrecen diferenciación en mercados de alto valor.

La transformación digital, impulsada por la sensorización, el internet de las cosas (IoT), la



inteligencia artificial y el análisis de big data, permitirá una gestión predictiva y de precisión a nivel de cada animal, línea productiva o predio. Alemania, por ejemplo, ha incorporado sistemas de monitoreo en tiempo real del comportamiento animal y del uso de recursos, como parte de su estrategia para reconvertir la producción porcina hacia estándares más altos de bienestar animal, bajo el nuevo esquema de etiquetado obligatorio impulsado por el gobierno federal. Estas herramientas permiten reducir pérdidas, anticipar riesgos sanitarios y ajustar dinámicamente los sistemas de alimentación o ventilación, generando eficiencia y bienestar al mismo tiempo.

Para que esta transformación ocurra de manera efectiva, **los estímulos públicos son esenciales**. Políticas activas que integren las dimensiones de bioeconomía, economía circular, mitigación climática y generación de empleo verde pueden catalizar inversiones y acelerar procesos. Francia, a través de su Programa Nacional de Energía Renovable Térmica, ha financiado más de 500 proyectos de biodigestión en predios ganaderos. China ha vinculado el desarrollo de biogás con sus planes quinquenales de seguridad energética rural. En América Latina, Colombia y Uruguay han incorporado mecanismos de tarifas preferenciales para la inyección de biometano en sus redes. Estas políticas muestran que, con marcos normativos apropiados y financiamiento inteligente, el potencial técnico se puede transformar en una realidad económica viable. Asimismo, si el Estado reconoce e internaliza las externalidades positivas de estas iniciativas, puede estimular nuevas inversiones donde las

propias empresas se conviertan en agentes clave del bienestar económico, social y ambiental en los territorios donde operan.

La necesidad de **adoptar una visión sistémica** se hace cada vez más evidente. Herramientas como el análisis de ciclo de vida (LCA) permiten evaluar los impactos ambientales en todas las etapas de producción, desde la cuna a la tumba, y evitar efectos no deseados por enfoques parciales. Este tipo de evaluaciones ha sido clave, por ejemplo, en el rediseño de sistemas de producción porcina en Suecia, donde se identificaron oportunidades de reducción de impactos indirectos mediante mejoras en el transporte, empaquetado y refrigeración.

En este camino, **la reportabilidad y la transparencia** serán condiciones habilitantes. Las nuevas Normas de Carácter General impulsadas por la Comisión para el Mercado Financiero (CMF), especialmente la NCG N°519 que incorpora los estándares NIIF S1 y S2 del ISSB, establecen un marco robusto y exigente para la divulgación de información en sostenibilidad, riesgos climáticos y gobernanza. A esto se suma la Taxonomía Sostenible de Chile, liderada por el Ministerio de Hacienda, que entrega certezas técnicas al sector financiero sobre qué actividades pueden ser consideradas ambientalmente sostenibles. Esta herramienta es clave para acceder a financiamiento verde, evitar el greenwashing y posicionar al sector agroalimentario como un destino confiable de inversiones sostenibles.

Nada de esto será posible sin **capacidades**



institucionales, organizacionales y humanas para innovar. La transición hacia una economía circular, resiliente e inteligente no depende solo de tecnologías, sino también de una cultura de **colaboración, aprendizaje continuo y flexibilidad.** Es aquí donde las alianzas con universidades, centros de investigación aplicada y agencias públicas cobran valor estratégico. Programas de formación dual en Dinamarca y el modelo de transferencia tecnológica de EMBRAPA en Brasil muestran que la generación de conocimiento y su adopción temprana pueden ir de la mano si existen mecanismos efectivos de articulación que ayuden a superar gradualmente los patrones tradicionales de gestión más lineales y aversos al riesgo, facilitando la apertura hacia nuevas formas de producción sostenibles.

En suma, el futuro del negocio porcino no está predeterminado. Dependerá de la voluntad del

sector para reinventarse desde sus fortalezas, asumiendo con audacia el desafío de construir **un modelo productivo resiliente, regenerativo, tecnológicamente avanzado y legítimo ante la sociedad.** La sostenibilidad ya no es solo una exigencia externa, sino una estrategia de supervivencia inteligente.

Esevidenteque,paralograrla,estatransformación no puede ni debe recaer exclusivamente en el esfuerzo de las empresas. **El Estado**, a través de políticas públicas coherentes, incentivos bien diseñados y un marco regulatorio estable, debe actuar como articulador y facilitador de esta transición. Tal y como se ha venido haciendo de la mano de los APLs, la **colaboración público – privada** hoy más que nunca– se hace necesaria para superar los múltiples desafíos. Asimismo, las comunidades tienen un rol fundamental como constructoras activas de un mundo rural social y ambientalmente viable, que

ofrezca oportunidades reales a sus habitantes, mantenga el dinamismo local y permita a las y los jóvenes proyectar su vida en un campo limpio, sano y en paz.

Los municipios, como primeros actores del territorio, tienen un rol insustituible en la planificación urbana-rural y en la articulación del desarrollo en sus territorios. La construcción del valor compartido entre empresas y comunidades, el diálogo, la generación de confianza, colaboración y una nueva ética del desarrollo rural depende en gran medida de estos entes mediadores y de la generación de espacios habilitadores para el diálogo.

El Congreso, por su parte, debe avanzar en normativas que reconozcan y potencien la bioeconomía y la economía circular como pilares del desarrollo.

Finalmente, **los consumidores y clientes** —tanto en Chile como en los mercados internacionales— son actores clave, cuya demanda por productos más sostenibles y trazables puede acelerar la transformación de fondo y hacerla perdurable en el tiempo.

Solo a partir de una articulación virtuosa entre el mundo público, privado, académico y social será posible consolidar un modelo agroalimentario que no solo responda a los desafíos del siglo XXI, sino que también inspire nuevas formas de resolverlos. Chile, con su capacidad de innovación y emprendimiento, su vocación exportadora y su institucionalidad en evolución, cuenta con una oportunidad única para demostrar que es posible producir alimentos de manera sostenible, competitiva y con impacto positivo.



DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

“ La falta de ordenamiento territorial y la expansión urbana desregulada presionan al sector agroalimentario, amplifican los conflictos de vecindad y generan alta incertidumbre jurídica, poniendo en riesgo inversiones ambientales clave y la seguridad alimentaria nacional, afectando el crecimiento económico y la generación de empleos. ”

“ La articulación público–privada puede transformar al sector porcino en motor de desarrollo rural, con nuevos modelos de negocio, empleo verde y aporte a la seguridad alimentaria, avanzando en sustentabilidad y economía circular, mediante la transformación y obtención de bioproductos de alto valor para otras cadenas productivas, para lo cual resulta clave la generación de alianzas y la inversión en investigación y desarrollo ”

“ Las Finanzas Sostenibles, los Estándares de Sustentabilidad y la Taxonomía Chilena, abren acceso a capital verde a la vez que valorizan las mejoras ambientales del sector. ”

08 ANEXOS



METODOLOGÍAS DE CÁLCULO UTILIZADAS EN ESTE ESTUDIO:

Nota general: El alcance de los indicadores consolidados en este estudio para la producción porcina en Chile, se circunscriben a la etapa planteles de cerdos, la cual, involucra todo el proceso relacionado con la crianza animal y el manejo de las deyecciones ganaderas o purines de los cerdos. Quedan excluidas otras etapas de la cadena productiva, como lo son la elaboración de los alimentos, además de las etapas de faena, transporte y comercialización de la carne de cerdo.

Según los antecedentes de producción porcina disponibles en el Censo Agropecuario y Forestal (INE, 2007 y 2021) y en las series estadísticas publicadas anualmente por ODEPA (1990–2025), los indicadores presentados en este estudio representan con un alto nivel de confianza, al 92% de la producción nacional, para las variables asociadas a emisiones de sistemas de tratamiento, gases de efecto invernadero (GEI), nitrógeno, con datos recopilados en el total de empresas socias de ASPROCER.

En cuanto a los indicadores relativos al uso de agua y la generación y utilización de energía renovable, la información levantada corresponde al 77% de la producción nacional, representada por las empresas certificadas bajo el programa Chile Origen Consciente.

Este análisis excluye a la agricultura familiar campesina, que representa aproximadamente a menos del 5% de la producción nacional y que se considera fuera del ámbito del estudio por su menor escala productiva y nivel de tecnificación.

01 - BALANCE HÍDRICO SECTORIAL

La metodología se basó en un enfoque de contabilidad hídrica de tipo input-output, que considera todos los flujos de agua que ingresan y egresan del sistema productivo, estructurados en función de las etapas operacionales típicas del ciclo productivo porcino: consumo animal, limpieza de instalaciones, procesos de tratamiento de purines y evaporación.

CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Se definieron las principales categorías productivas (reproductoras, lechones, engorda, transición), considerando los volúmenes de animales alojados en cada fase. Esta caracterización se construyó a partir de datos sectoriales consolidados por la asociación gremial y empresas participantes.

IDENTIFICACIÓN DE FUENTES Y USOS DE AGUA

Se identificaron los principales usos del recurso hídrico, agrupándolos en:

- **Consumo directo animal:** estimado en base a requerimientos zootécnicos promedio por categoría productiva y condiciones ambientales.
- **Consumo operativo:** asociado a limpieza de corrales, enfriamiento y otros procesos.
- **Evaporación superficial:** a partir de espejos de agua y estanques.
- Infiltración controlada o disposición de efluentes tratados.

ESTIMACIÓN DE COEFICIENTES TÉCNICOS

Para cada uso identificado, se aplicaron coeficientes técnicos extraídos de literatura especializada, estudios de caso nacionales



y referencias internacionales (ej. FAO, INIA, EPA), ajustados a condiciones agroclimáticas locales cuando fue pertinente. Algunos de los principales coeficientes fueron:

- Consumo diario de agua por animal según etapa.
- Litros de agua por metro cuadrado en limpieza.
- Tasas de evaporación mensual según ubicación geográfica.
- Volumen de agua recirculada o reutilizada en sistemas cerrados.

CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO NETO

Se modeló el ingreso total de agua al sistema ($m^3/año$), el egreso por cada categoría de uso y las posibles pérdidas o recirculaciones internas. Con ello se obtuvo una estimación del balance neto y del indicador de consumo específico (litros de agua por kg de carne producida).

VALIDACIÓN SECTORIAL

Los resultados fueron contrastados con expertos técnicos de empresas representativas del sector y validados por profesionales gremiales, ajustando supuestos cuando fue necesario para reflejar mejor la realidad operativa nacional.

CONSIDERACIONES ADICIONALES

La metodología considera condiciones promedio sectoriales y no busca representar individualmente a cada plantel.

Se excluyeron consumos asociados a procesos ajenos a la crianza (como oficinas, faenadoras o transporte).

No se incluyó en este ejercicio un análisis de huella hídrica completa (azul, verde, gris), pero la metodología es compatible con dicho enfoque para futuras extensiones.

02 - DETERMINACIÓN DEL INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO SECTORIAL

El inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del sector porcino se elaboró conforme a la metodología propuesta por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en sus Directrices de Buenas Prácticas para Inventarios Nacionales de GEI del año 2006. Este enfoque es ampliamente reconocido y adoptado internacionalmente para la elaboración de inventarios sectoriales, y ha sido ajustado para reflejar las condiciones específicas del sector porcino en Chile. Los

cálculos presentados corresponden a la información oficial reportada por ASPROCER al MINAGRI, en el marco del inventario nacional de emisiones de GEI.

El cálculo de emisiones se realizó utilizando los niveles metodológicos Tier 1 y Tier 2 del IPCC, los cuales permiten adaptar los factores de emisión y parámetros de actividad a diferentes niveles de precisión y disponibilidad de datos.

■ **Tier 1:** Emplea factores de emisión por defecto establecidos por el IPCC y supuestos estándar sobre parámetros de actividad (número de animales, pesos promedio, tasas de excreción, etc.).

■ **Tier 2:** Se basa en datos nacionales o específicos del sistema productivo, lo que permite estimaciones más representativas y precisas para las condiciones locales.

CATEGORÍAS EVALUADAS

1) Fermentación entérica (CH_4)

a) Se estimó utilizando el enfoque Tier 1, considerando factores de emisión por defecto del IPCC 2006 ($1,5 \text{ kg } CH_4/cabeza/año$).

b) Las diferencias en las emisiones totales se deben principalmente al número de animales reportados.

2) Manejo de estiércol (CH_4 y N_2O)

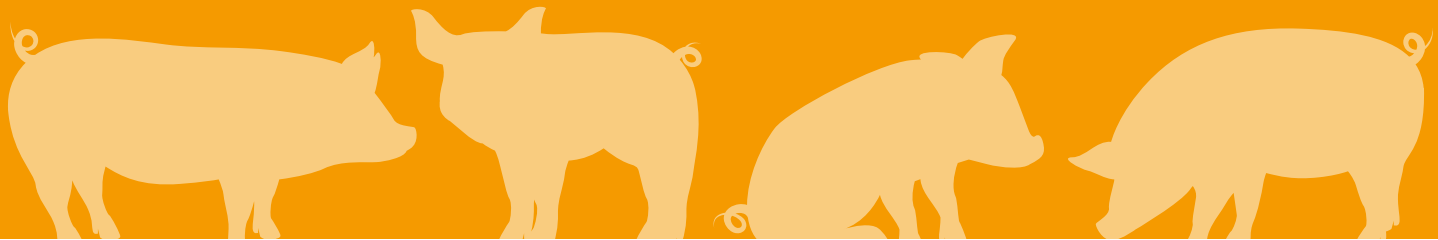
a) Emisiones de metano (CH_4) calculadas con Tier 2, integrando datos detallados sobre sistemas de manejo (lagunas anaeróbicas, biodigestores, tratamiento aeróbico, separación de fases, etc.) y tasas de excreción de sólidos volátiles por categoría animal.

b) Emisiones de óxido nitroso (N_2O) estimadas con Tier 1, a partir del nitrógeno excretado y su destino dentro de los sistemas de tratamiento. Se utilizaron factores de emisión específicos según tipo de sistema, conforme a los valores de IPCC 2006.

3) Aplicación a suelos agrícolas (N_2O)

a) Se consideraron emisiones directas, derivadas de la aplicación de purines (crudos o tratados) como fertilizante orgánico.

b) También se estimaron emisiones indirectas asociadas a procesos de volatilización de amoníaco (NH_3) y óxidos de nitrógeno (NO_x), así como lixiviación y escorrentía de nitrógeno, conforme a los coeficientes del IPCC 2006.



DATOS Y SUPUESTOS UTILIZADOS

■ **Número de animales:** Se emplearon registros anuales del número de cabezas por categoría (marranas, verracos, crianza), según datos sectoriales y de FAOSTAT.

■ **Peso vivo promedio:** Los valores se ajustaron a la realidad nacional (ej. 220 kg en marranas, 78 kg en cerdos de crianza).

■ **Tasas de excreción:** Se diferenciaron entre categorías de animales, y se ponderaron según peso vivo y tipo de producción.

■ **Distribución de sistemas de manejo:** Se aplicaron porcentajes específicos de cobertura de tratamiento por sistema y tipo de animal, para reflejar la diversidad tecnológica del sector

03 - CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE NITROGENO A SUELOS

El cálculo de emisiones de Nitrógeno se obtuvo a partir del cálculo de emisiones de amoniaco (NH3) conforme a la metodología propuesta por

el EMEP/EEA - Air pollutant emission inventory guidebook (2019) y adaptada al contexto nacional por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile (IS, 2024) basado en los estudios POCH 2016 y DICTUC UC 2021.

Se utilizó un enfoque de cálculo por actividad, basado en la siguiente fórmula:

Emisión NH3 = NA x EFexcreta x Texcreción x Fvolatilización

Donde:

■ NA = Número de animales promedio por categoría productiva.

■ EFexcreta = Factor de excreción de nitrógeno por tipo de animal (kg N/animal/año).

■ Texcreción = Fracción de nitrógeno excretado que se aplica a cada etapa del sistema de manejo de estiércol.

■ Fvolatilización = Fracción de volatilización de NH3 para cada etapa del sistema.

METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN

Las emisiones se estimaron desagregadas por tres fases del manejo de estiércol:

■ Almacenamiento en el sitio de producción (galpones y corrales).

■ Tratamiento y almacenamiento posterior (lagunas, biodigestores, compost, etc.).

■ Aplicación agrícola del estiércol (disposición en suelo como fertilizante).

Para el cálculo de emisiones y de N remanente se realiza la siguiente aproximación metodológica:

■ Estimación del n° de animales y plantas

■ Identificación de la cadena de manejo

■ Identificación de factores de emisión de NH3

■ Cálculo de emisiones de NH3 y determinación de remanentes de N al final de la cadena

SUPUESTOS Y PARÁMETROS UTILIZADOS

Se consideraron cuatro categorías productivas: reproductoras, lechones, transición y engorda.

■ Se utilizaron tasas de excreción de nitrógeno diferenciadas por tipo de animal y peso vivo.

■ La distribución del nitrógeno entre las etapas del sistema se basó en datos sectoriales representativos y referencias internacionales.

■ Los factores de volatilización se tomaron del EMEP/EEA 2019 y fueron ajustados para reflejar condiciones chilenas cuando fue necesario..

09 REFERENCIAS



1) Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC). “Acuerdo de Producción Limpia. Estándar de sustentabilidad sector porcino”. 2022.

2) Agrosuper S.A. (2025). “Reporte integrado 2024.” Disponible en <https://www.agrosuper.com/wp-content/uploads/2025/04/Reporte-Integrado-Agrosuper-2024-web.pdf>

3) Babot, D. “Huella de carbono en porcino: ¿cómo la podemos cuantificar?” SUIS, 2024.

4) Babu, S; Gajanan, S. Chapter 4 - “Microeconomic Nutrition Policy. Nutrition Economics, Principles and Policy Applications. 2017.”

5) Bereznicka, J., & Pawlonka, T. (2018). “Meat consumption as an indicator of economic well-being — Case study of a developed and developing economy.”

6) BCN. “Historia de la Ley N°19.300 de Bases del Medio Ambiente.” Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 1994.

7) Centro de Estudios de Ciudad y Territorio. “El impacto de las parcelas de agrado en Chile”. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2024.

8) Centro de Estudios de Ciudad y Territorio. “Caracterización e impacto en el territorio del fenómeno de las Parcelas de Agrado. Distribución en el territorio”. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2024.

9) Central Bureau voor de Statistiek. “Estadísticas de producción de cerdos en Países Bajos. 2025”

10) CDP Worldwide.(2024). Global Forests Report 2024: Time for Transparency – Deforestation-and conversion-free supply chains.

11) Climate Bonds Initiative. (2025, enero 9). Climate Bonds publishes provisional 2024 numbers and key factors for a thriving 2025 market [Comunicado de prensa].

12) Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL). “Acuerdo de Producción Limpia: Sector productores de cerdos.” 1999.

13) Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL). “Acuerdo de Producción Limpia: Buenas prácticas agropecuarias sector producción porcino intensiva.” 2005.

14) Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL). Estudio de evaluación ambiental, social y económica de la implementación del acuerdo de producción limpia “Implementación de buenas prácticas agropecuarias en el sector de producción porcino intensiva – APL II de cerdos”, elaborado por POCH Ambiental. 2008.

15) Comisión para el Mercado Financiero. Norma de Carácter General N°341. Establece normas para la difusión de información respecto de los estándares de gobierno corporativo adoptado por las Sociedades Anónimas abiertas. 29-11-2012.

16) Comisión para el Mercado Financiero. CMF publica normativa que incorpora exigencias de información sobre sostenibilidad y gobierno corporativo en las Memorias Anuales. Comunicado de Prensa. 12-11-2021.

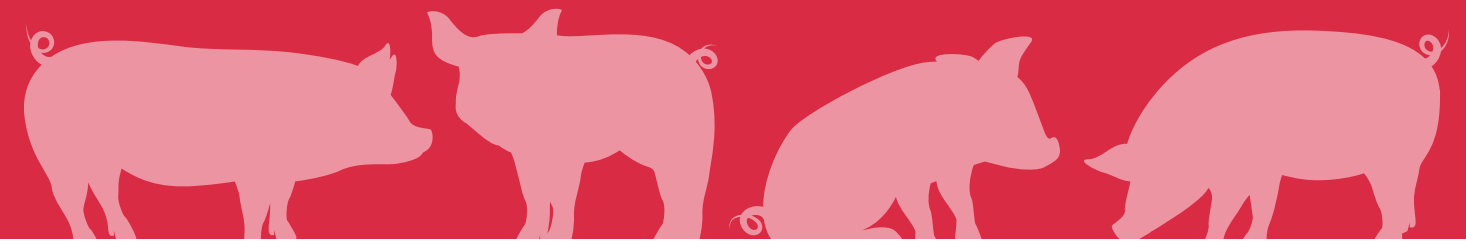
17) Comisión para el Mercado Financiero. Resolución Exenta N°10024. Ejecuta acuerdo del consejo de la Comisión para el Mercado Financiero que aprueba emisión de Norma de Carácter General que modifica Norma de Carácter General N°30 y N°461, referidas a la memoria anual integrada. 2024.

18) Comisión para el Mercado Financiero. Norma de Carácter General N°519. Modifica Norma de Carácter General N°30 y N°461, referidas a la memoria anual integrada. 28-10-2024.

19) Coma, J. “Sostenibilidad de la cadena cárnica: Efecto de la alimentación”. Curso de Especialización FEDNA, 2021.

20) Danbred. “Our many years of breeding progress contributes to your future pig production”. 2022.

21) Danmarks Statistik. “Estadísticas de producción de cerdos en Dinamarca”. 2025.



22) Dalgaard, R. “Danish pork production. An environmental assessment”. Aarhus University, 2007.

23) Deloitte. New challenges related to ESG factors. 2023.

24) Dictuc Greenlab. “Guía para la estimación de emisiones de amoníaco en sector agroindustrial”. Estudio solicitado por Subsecretaría del Medio Ambiente. 2021.

25) Dorca-Preda, T. “Environmental impact of Danish pork at slaughterhouse gate – a life cycle assessment following biological and technological changes over a 10-year period”. Livestock Science, 2024.

26) Espinoza, C. “Los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) y su aporte al ordenamiento sostenible del territorio”. Revista Tiempo y Espacio. Universidad del Bío-Bío, Chile. 2018

27) Envirometrika TSG. “Análisis del alcance odorante en planteles de cerdos”. Estudio elaborado para Asprocer. 2019

28) FAO. “The future of food and agriculture – Trends and challenges”. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017.

29) Ferguson, N. “Optimization: A paradigm change in nutrition and economic solutions”. Adv. Pork Prod. 25:121–127. 2014.

30) Gernego I., Petrenko L. “Trends and Focuses for ESG Investment Support: A Cross Country Comparative Analysis”. European Journal of Sustainable Development. 2024.

31) Gislason, S., Birkved, M. “A systematic literature review of life cycle assessments on primary pig production: Impacts, comparisons, and mitigation areas. Sustainable Production and Consumption. 2023.

32) Guzmán, R. “Derecho Ambiental Chileno. Principios, instituciones, instrumentos de gestión”. Editorial Planeta Sostenible. 2012.

33) Henchion M., Hayes M. “Future Protein Supply and Demand: Strategies and Factors Influencing a Sustainable Equilibrium”. Foods. Jul 20;6(7):53. 2017.

34) Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Censo Agropecuario y Forestal. 2007.

35) Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Censo Agropecuario y Forestal. 2021.

36) IPCC. “Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change” (P. R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, et al., Eds.). Cambridge University Press. 2022.

37) IPCC. “Sections. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change” [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115. 2023.

38) Informe de la red de economistas de la ONU para el 75.º aniversario de las Naciones Unidas. 2020.

39) Kim, B. G., Lee, J. H., & Hong, J. S. “Current status of global pig production: An overview and research perspectives”. Animal Bioscience, 37(2), 171–183. 2024

40) Leal, B. “Treinta años de la responsabilidad ambiental en Chile: principios, instituciones y derechos”. El Mercurio Legal. 14-06-2024.

41) Macrocap. “Estudio balance de agua sectores porcino y avícola chilenos”. Estudio elaborado para ChileCarne. 2022.

42) Martinez, L; Caamal, I. “Impacto de los cambios en el ingreso sobre la demanda de carnes en México”. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 2019.

43) Ministerio de Agricultura. “Plan Sectorial de Mitigación al Cambio Climático Sector Agricultura”. Gobierno de Chile. 2024

44) Ministerio de Hacienda. “Sistema de Clasificación o Taxonomía de Actividades Económicas Medioambientalmente Sostenibles de Chile (T-MAS)”. Gobierno de Chile. 2025.

45) Ministerio de Medio Ambiente. Informe del estado del medio ambiente. Capítulo 2: Institucionalidad ambiental y desarrollo sustentable. Gobierno de Chile. 2024.

46) Neethirajan S. “The role of sensors, big data and machine learning in modern animal farming”. Sensing and Bio-Sensing Research. 2020.

47) OCDE. Data Explorer, 2025

48) Morand, S. (2020). Emerging diseases, livestock expansion and biodiversity loss are positively related at global scale. Biological Conservation, 248, 108707.

49) Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas.

50) OCDE-FAO. Perspectivas Agrícolas

51) OCDE-FAO 2022-2031; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos: París, Francia, 2022.



52) ODEPA. Existencias de cerdos en los criaderos por tipo, serie 1985-2023.

53) Ottosen, M. “Integrating Life Cycle Assessment with genetic selection to reduce the environmental impacts of pig production”. Tesis de doctorado. Universidad de Newcastle. 2021.

54) Plaza F. “Análisis crítico a las formas de incentivo al cumplimiento de la legislación ambiental”. Proyecto de Memoria para optar al grado de licenciada en ciencias jurídicas. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Ciencias Jurídicas. Escuela de Derecho. Valparaíso. 2016.

55) Richardson, K. et al. “Earth beyond six of nine planetary boundaries”. Science Advances. 2023.

56) Servicio Nacional de Aduanas de Chile. Estadísticas de Comercio Exterior. 2025.

57) Schmidhuber, J., Shetty, P. “The nutrition transition to 2030. Why developing countries are likely to bear major burden”. Acta Agriculturae Scandinavica, Section C Economy. 2005.

58) Science Based Targets initiative. (s. f.). Forest, Land & Agriculture (FLAG) Targets – guidance for setting targets.

59) Tianzhu L, 2023. “Governing the reterritorialization of agricultural activities: An assessment of food planning policies in France”. Universidad de París - Saclay. 2023.

60) USDA Global Agricultural Information Network (GAIN). 2025

61) UNTEC. “Estudios de Impacto Ambiental y Económico de Acuerdos de Producción Limpia Fundiciones, Productores de Cerdo, Fabricación Artesanal de Ladrillos y Productores de Salmón”. 2005.

62) Uwizeye, A., de Boer, I. Greenhouse gas emissions from intensifying livestock production systems: A life cycle assessment of Dutch and Brazilian dairy farms. Animal Production Science, 56(7), 1024–1036. 2016.

63) Varshney, N., Khan, F. “Sustainability and Economics – The Changing Landscape of Global Markets: The Economics of Sustainability”. International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM). Vol 09, Issue 06. Junio 2025.

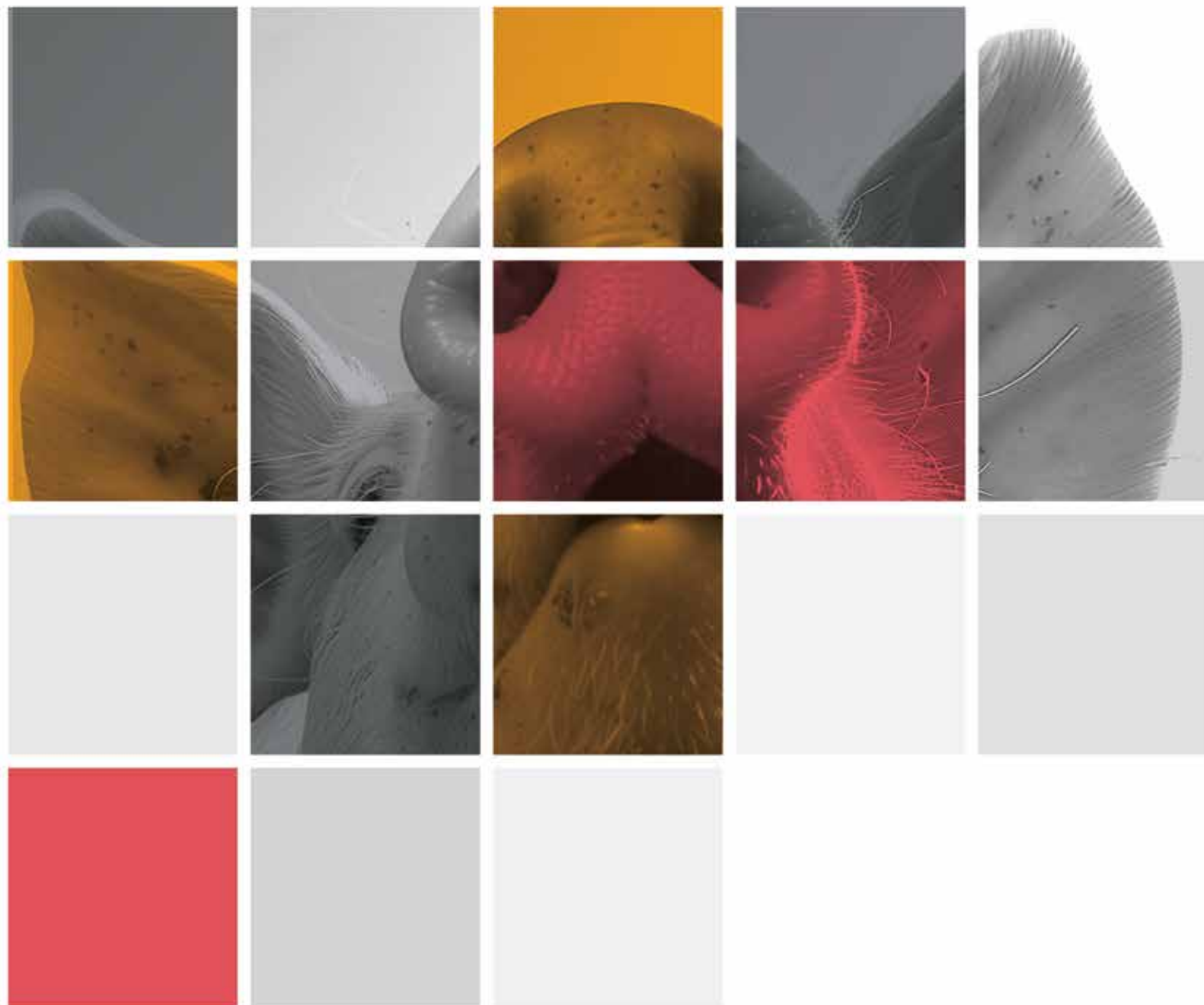
64) United Nations Environment Programme. (2023). Annual Report 2023. United Nations Environment Programme.

65) Willems, J., van Grinsven, H. “Why Danish pig farms have far more land and pigs than Dutch farms? Implications for feed supply, manure recycling and production costs”. Agricultural Systems, Volume 144, 2016.

66) Wigboldus, S., Klerkx, L., Leeuwis, C., Schut, M., Muilerman, S., & Jochemsen, H. (2016). Systemic perspectives on scaling agricultural innovations. A review. Agronomy for Sustainable Development, 36, Article 46.

67) World Biogas Association. “Market Report: Brazil 2025.”

68) Yang, P., Yu, M. “Carbon Footprint of the Pork Product Chain and Recent Advancements in Mitigation Strategies”. Foods. 2023.



ELABORADO POR:

Claudia Pabón, PhD; Facultad de Economía y
Administración e Instituto para el Desarrollo
Sustentable, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Daniela Alvarez, ChileCarne.

Renzo Boccanegra Pelayo, ChileCarne.

María Ignacia Essedin Basaez, MSc; ChileCarne



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

Exportadores
de Carne
de Chile



CHILE
CARNE