

Innovaciones y su impacto en la sostenibilidad de la industria alimentaria



Prof. Carlos Garcés Narro
Catedrático de Producción animal



ACTUALIDAD | MEDIO AMBIENTE

La agricultura intensiva y las macrogranjas contaminan el agua que consumen más de 200.000 personas en España

Un estudio de Ecologistas en Acción señala que el 11% de las aguas subterráneas están contaminadas por nitratos. Calculan que 214.851 personas consumen

 MENÚ 



Normativas ambientales más estrictas para reducir la huella de instalaciones industriales y ganaderas



Noticias ONU
Mirada global Historias humanas

Las nuevas normas ambientales adoptadas bajo la Directiva de Emisiones Industriales de la UE reducirán el impacto ambiental de los mataderos.



Comer mal genera 8 billones de dólares en costos ocultos para los sistemas agroalimentarios

Frutas frescas expuestas en el mercado de la Boquería de Barcelona, España.

8 Noviembre 2024 | Asuntos económicos

Cerca del 70% de los costos ocultos mundiales tienen origen en las repercusiones sobre la salud asociadas a las enfermedades no transmisibles, como las cardiopatías, los accidentes cerebrovasculares y la diabetes, en particular en los sistemas agroalimentarios más industrializados.



NOTICIAS



Agricultura y Alimentación

Bruselas no descarta endurecer las normas a la importación agroalimentaria extracomunitaria

¿Se endurecerán las normas de importación de alimentos de la UE? Los comentarios de

INDUSTRIA ALIMENTARIA HOY

El e-commerce genera el 35% de contaminación plástica

Las empresas de e-commerce deben buscar estrategias sustentables en toda la cadena



Lola Bahena

9 DE MAYO DE 2024

¿Es sostenible el sistema agroalimentario español?

Pilares de la sostenibilidad



Instituto de Sostenibilidad

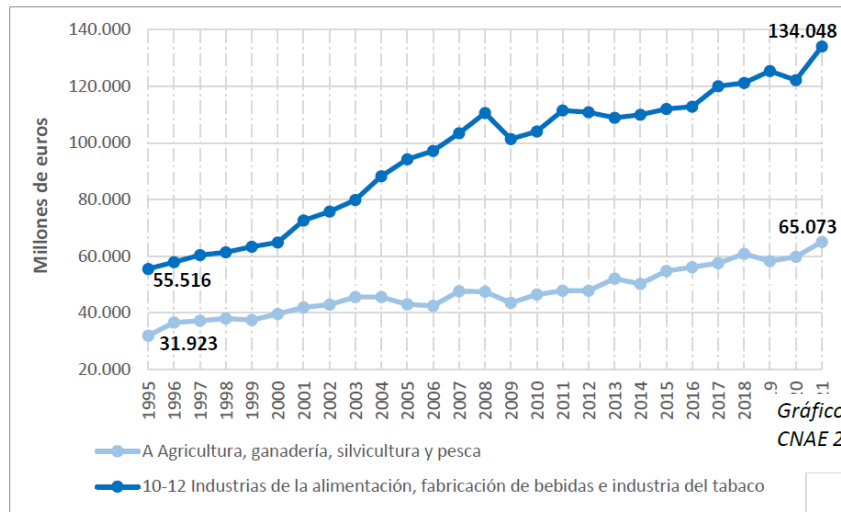
Estrategia del Pacto verde



Comisión Europea

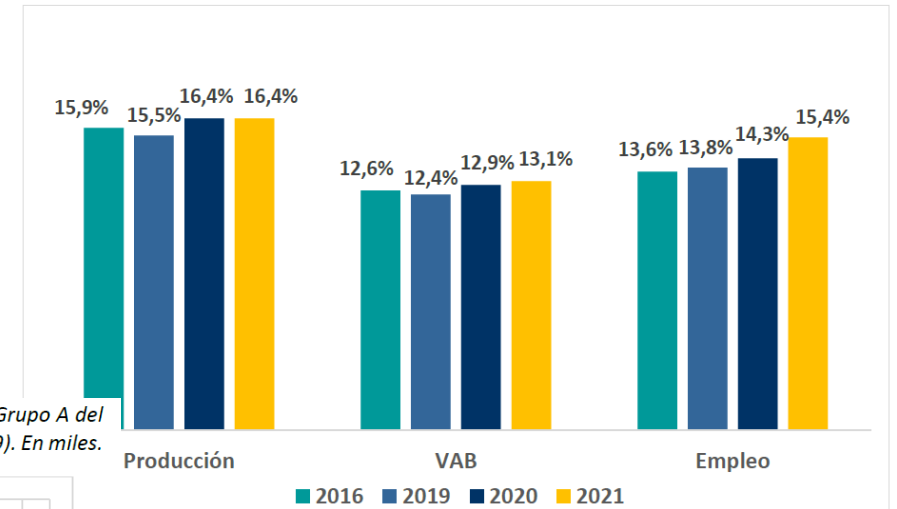
Impacto del sector agroalimentario en el conjunto de la economía española

Gráfico 3. Valor de la producción anual del sector primario (Grupo A del CNAE 2009) e industria agroalimentaria (ramas 10, 11 y 12 del Grupo C del CNAE 2009). En millones de euros.



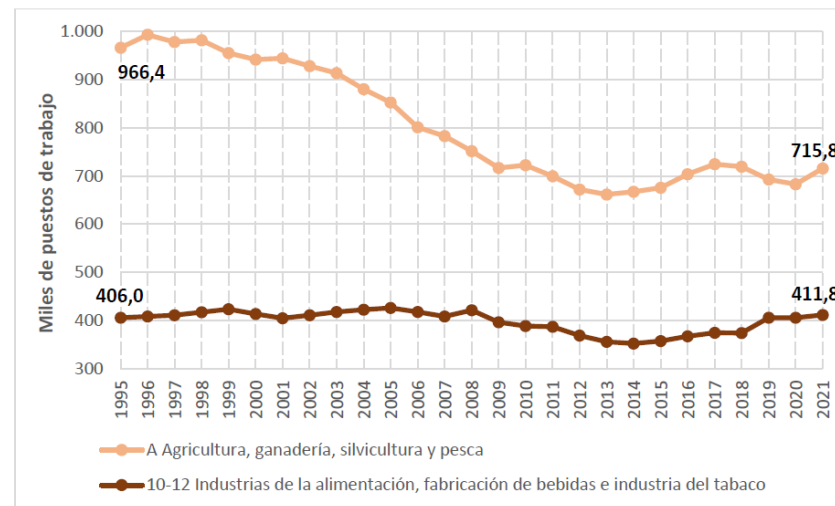
Fuente: Contabilidad nacional anual de España: agregados por ramas de actividad. Instituto Nacional (INE).

Gráfico 13. Impacto total del sector agroalimentario en el conjunto de la economía española. % sobre el total.



ción propia a partir de datos del INE (Tablas Input-Output 2015-2020 y Contabilidad nacional anual agregados por ramas de actividad).

Gráfico 11. Puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo del sector primario (Grupo A del CNAE 2009) e industria agroalimentaria (ramas 10, 11 y 12 del Grupo C del CNAE 2009). En miles.



Fuente: Contabilidad nacional anual de España: agregados por ramas de actividad. Instituto Nacional de Estadística (INE).

Las huellas del sistema agroalimentario en el medio ambiente



HUELLA DE
CARBONO



HUELLA DE
AGUA



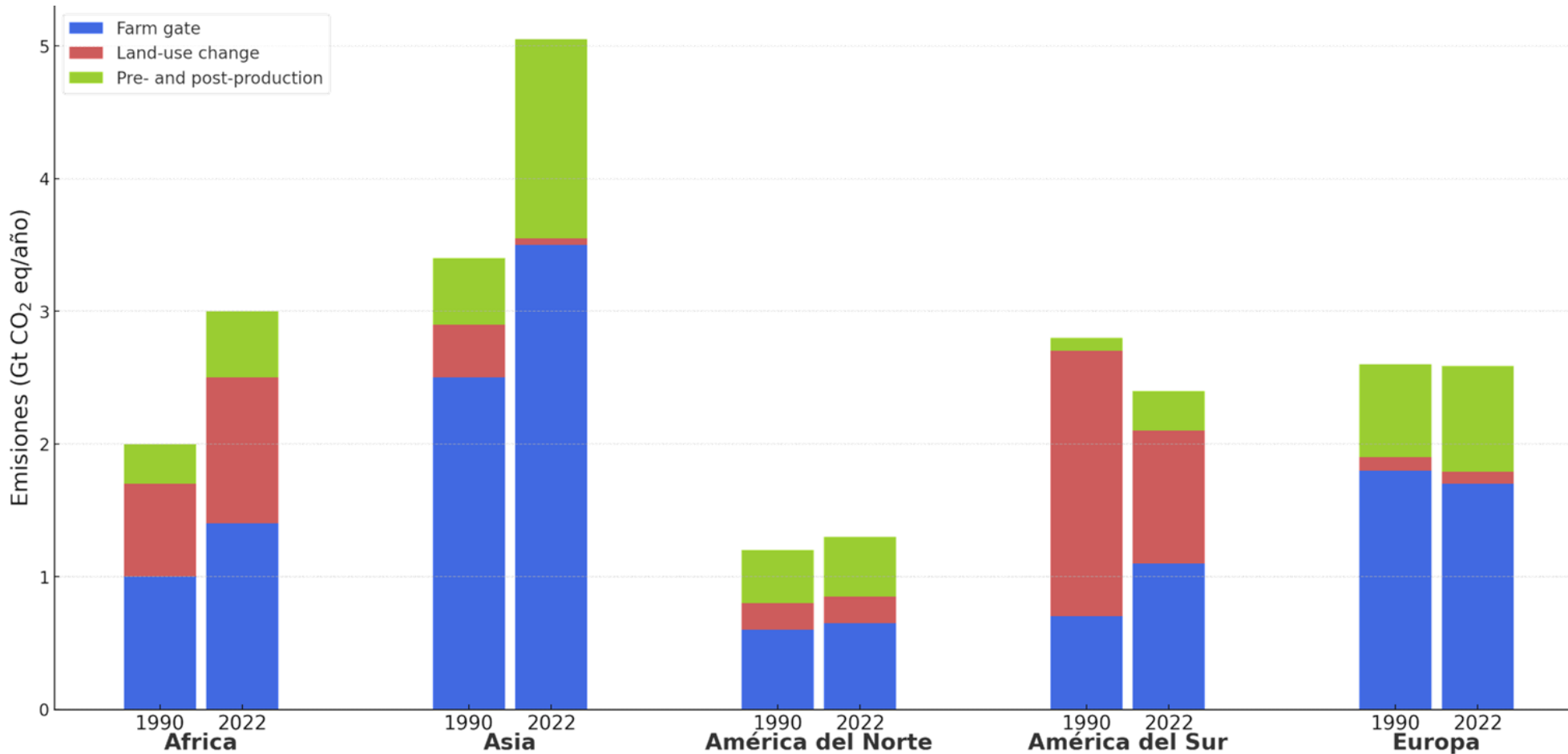
HUELLA DE
TIERRA



HUELLA DE
BIODIVERSIDAD

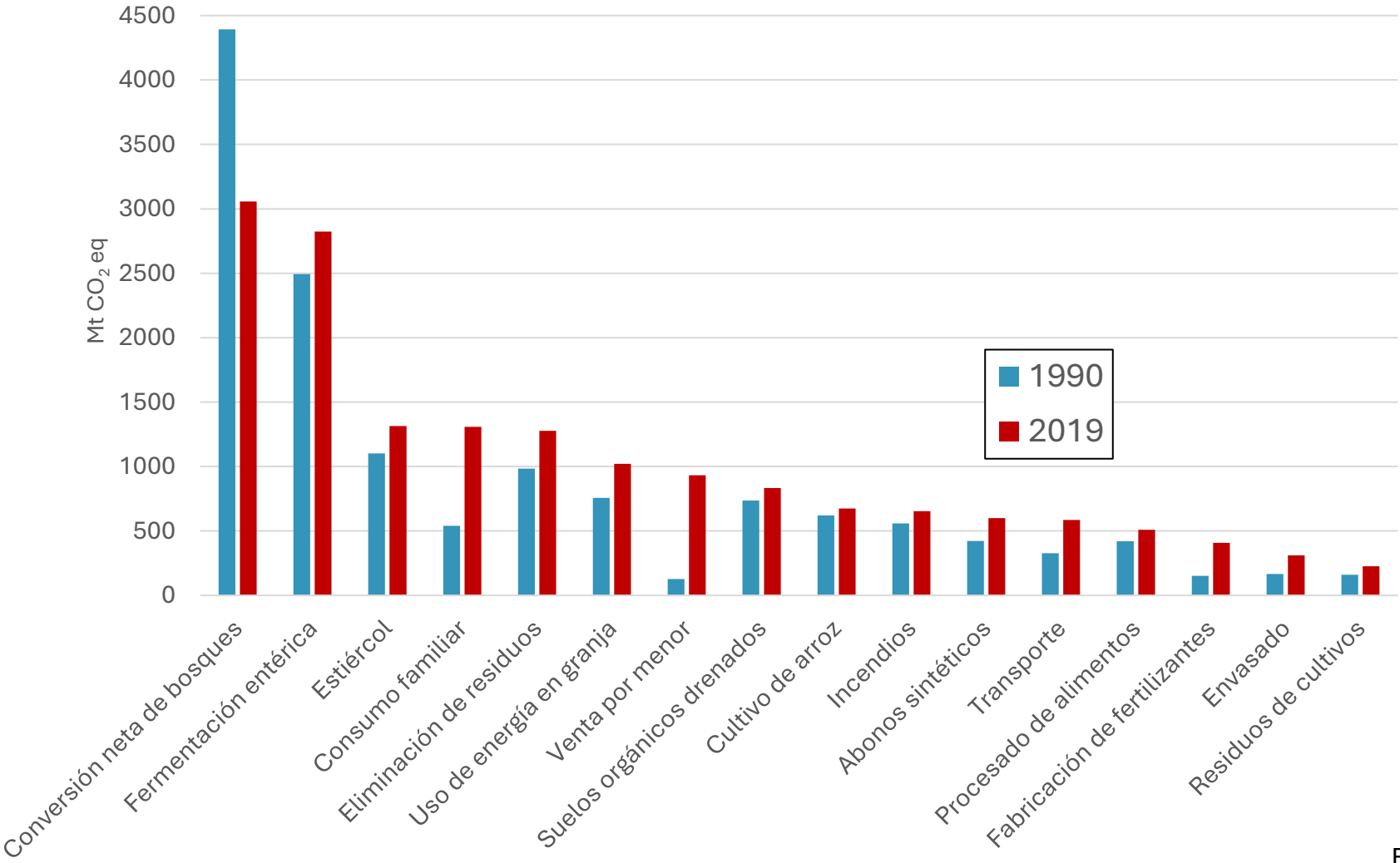
LA HUELLA DE CARBONO

Emisiones de CO₂eq/año en el sistema agroalimentario mundial



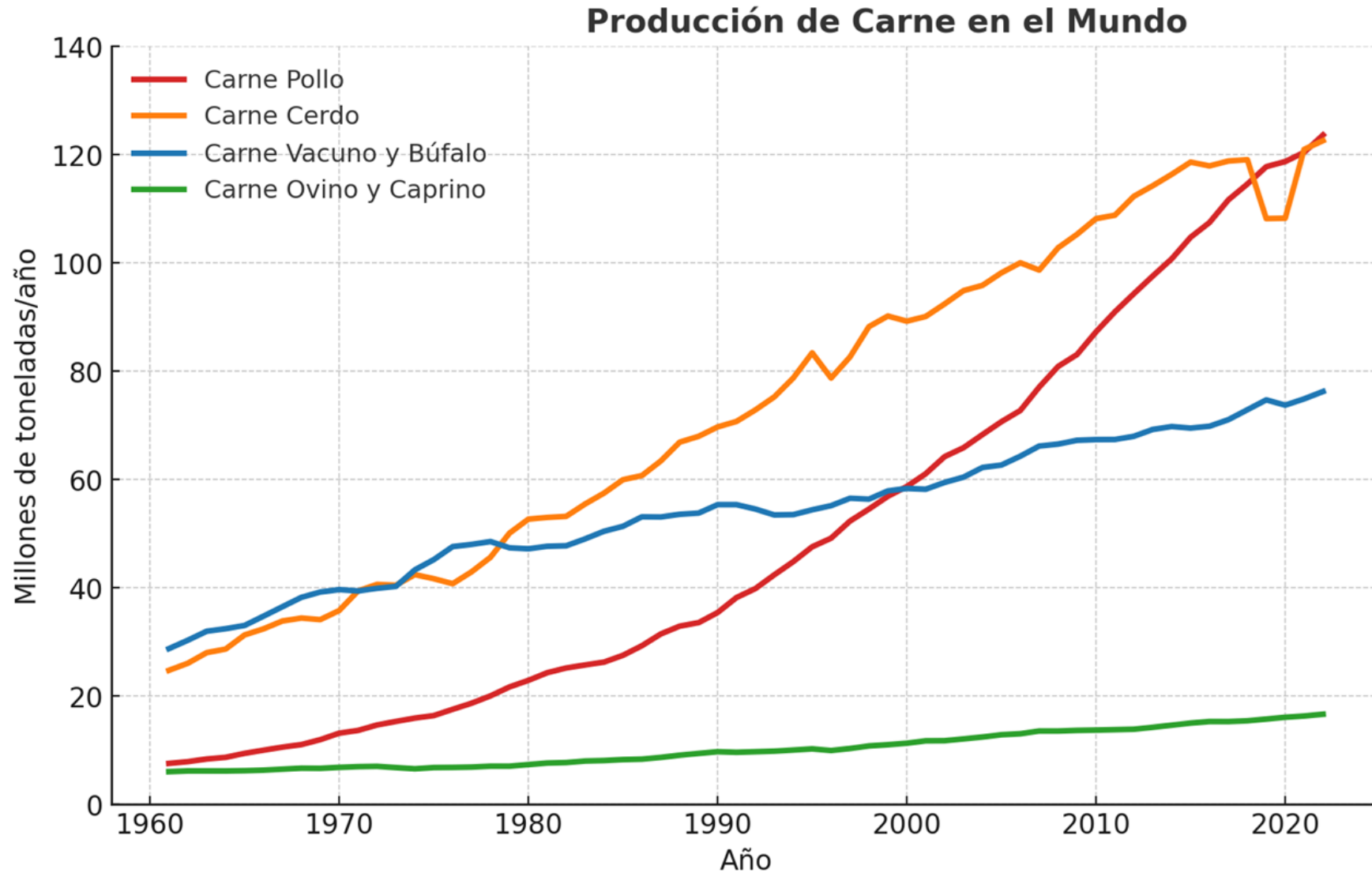
Elaboración propia
a partir de datos de
FAOStat, según el
IPCC

Procesos agroalimentarios que emiten CO₂eq



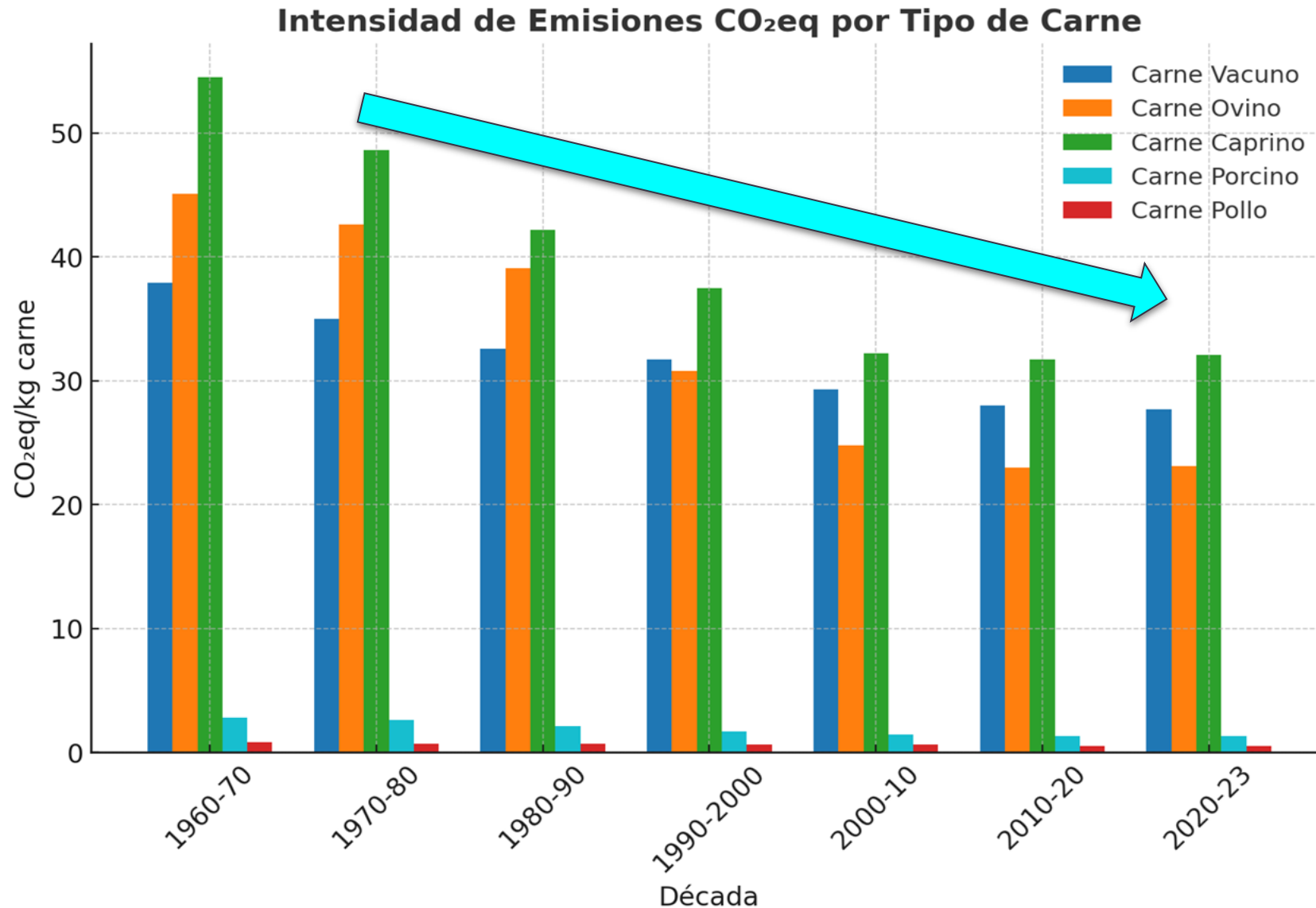
Fuente: Tubiello et al., 2022

¿Comemos cada vez menos carne?



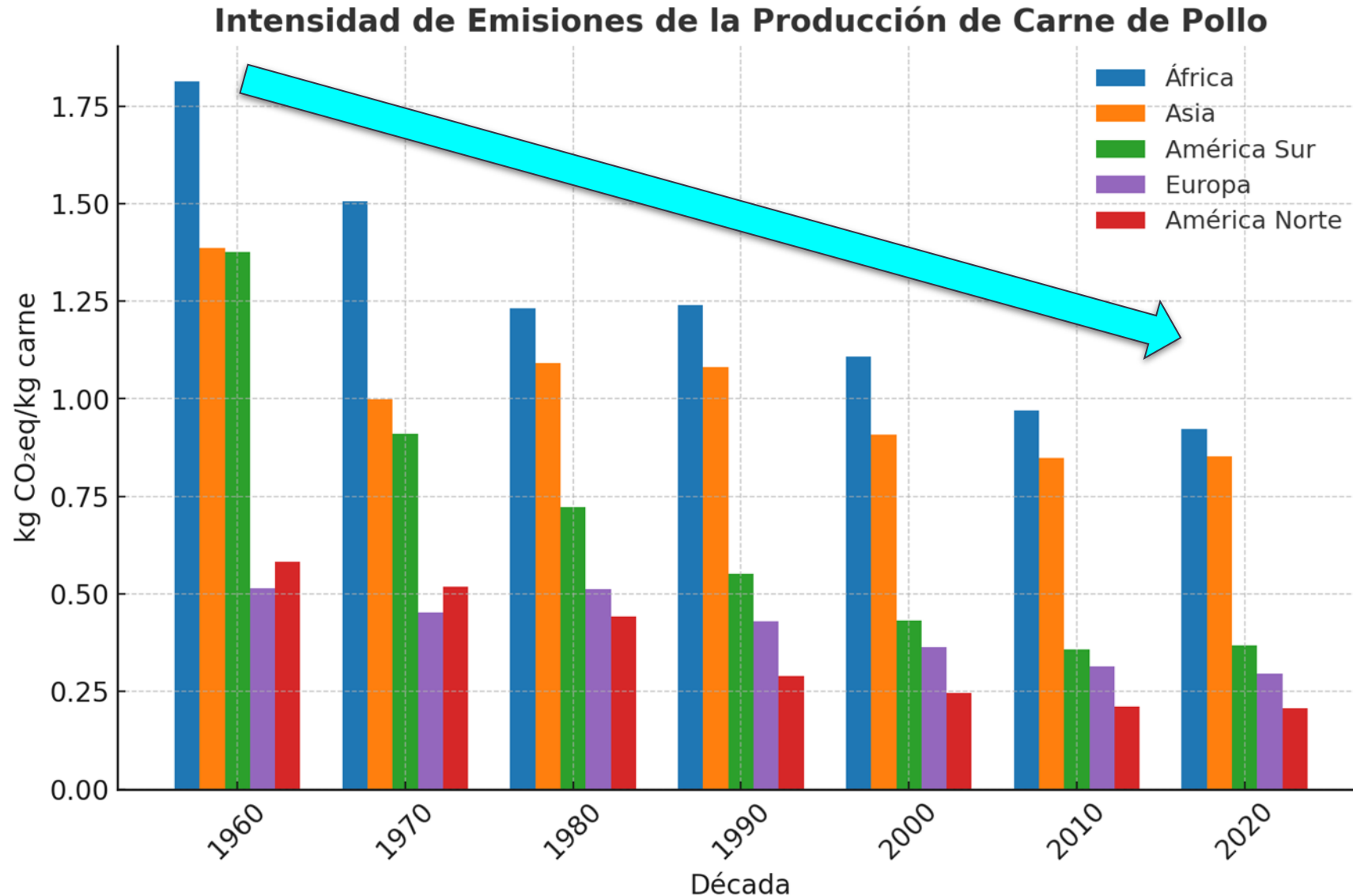
Elaboración propia a partir de datos de FAOStat

Las emisiones de CO₂ de la producción de carne



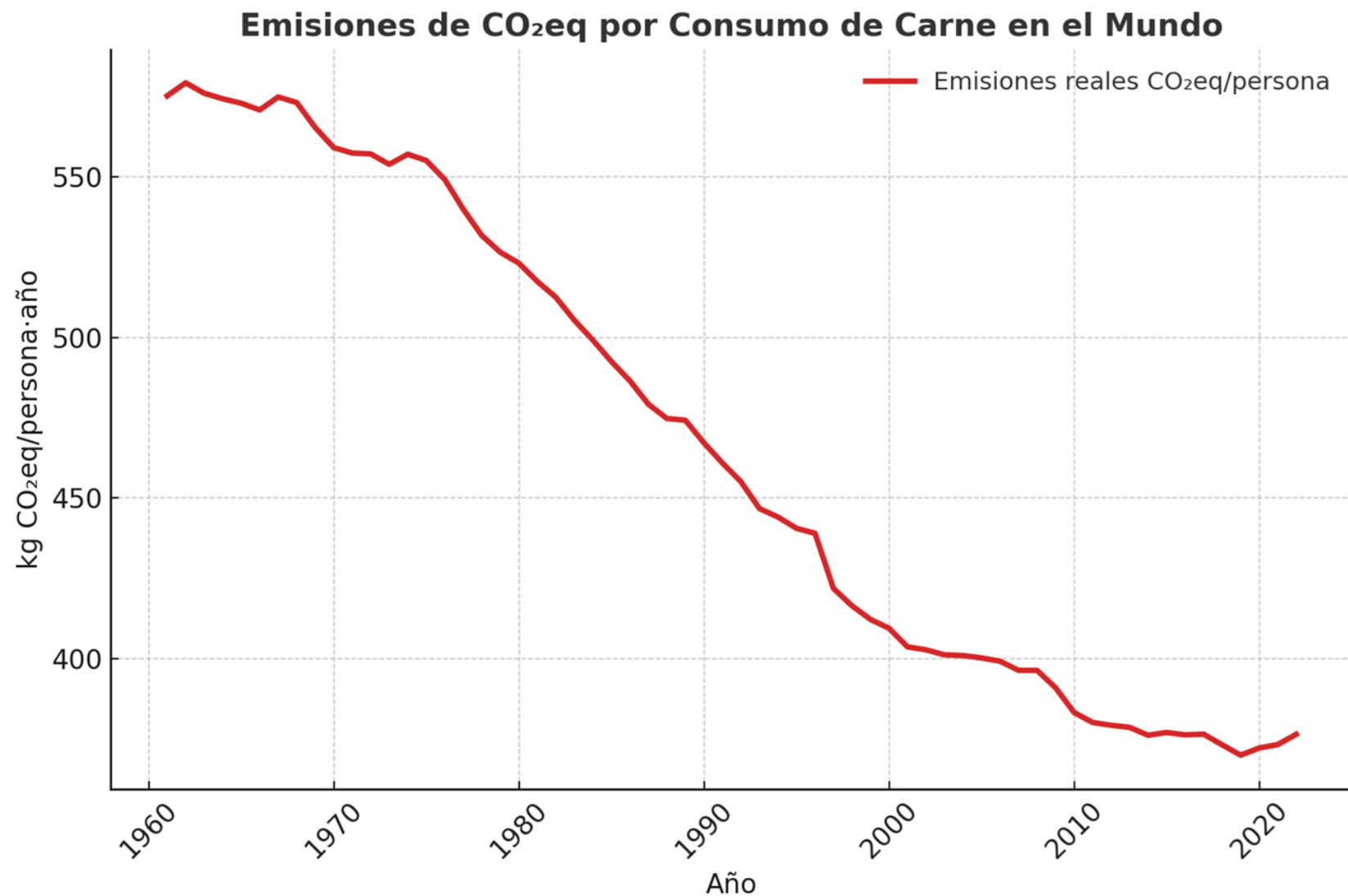
Elaboración propia a partir de datos de FAOStat, según el IPCC

Las emisiones de CO₂ de la producción de carne



Elaboración propia a partir de datos de FAOStat, según el IPCC

Las emisiones per cápita han disminuido



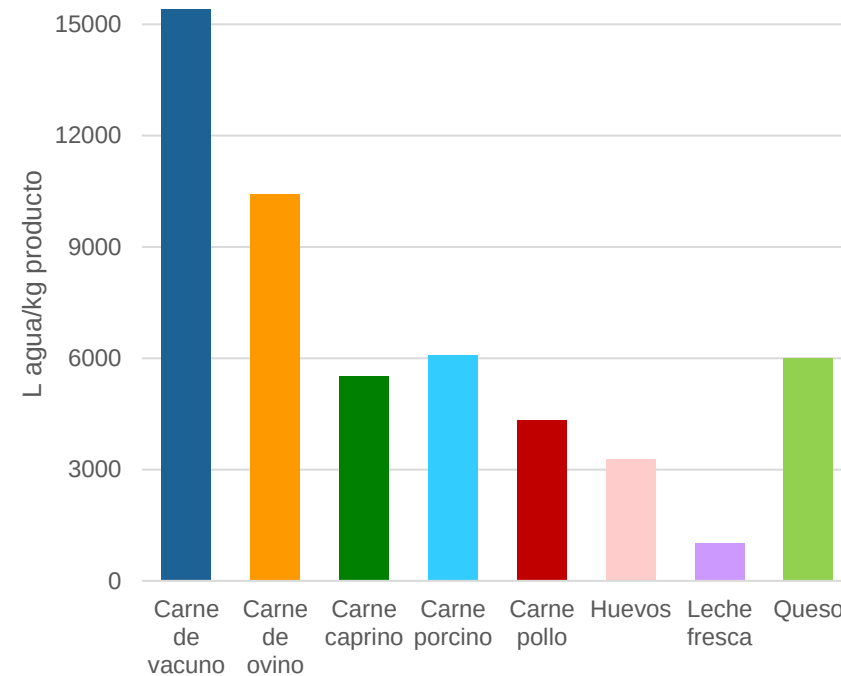
Elaboración propia a partir de datos de FAOStat, según el IPCC

LA HUELLA DEL AGUA

	Litre per kilogram	Litre per kilocalorie	Litre per gram of protein	Litre per gram of fat
Sugar crops	197	0.69	0.0	0.0
Vegetables	322	1.34	26	154
Starchy roots	387	0.47	31	226
Fruits	962	2.09	180	348
Cereals	1644	0.51	21	112
Oil crops	2364	0.81	16	11
Pulses	4055	1.19	19	180
Nuts	9063	3.63	139	47
Milk	1020	1.82	31	33
Eggs	3265	2.29	29	33
Chicken meat	4325	3.00	34	43
Butter	5553	0.72	0.0	6.4
Pig meat	5988	2.15	57	23
Sheep/goat meat	8763	4.25	63	54
Bovine meat	15415	10.19	112	153

Source: [Mekonnen and Hoekstra \(2010\)](#)

Huella de agua de algunos productos animales



A partir de Mekonnen and Hoekstra (2010)

LA HUELLA DEL AGUA

	Litre per kilogram	Litre per kilocalorie	Litre per gram of protein	Litre per gram of fat
Sugar crops	197	0.69	0.0	0.0
Vegetables	322	1.34	26	154
Starchy roots	387	0.47	31	226
Fruits	962	2.09	180	348
Cereals	1644	0.51	21	112
Oil crops	2364	0.81	16	11
Pulses	4055	1.19	19	180
Nuts	9063	3.63	139	47
Milk	1020	1.82	31	33
Eggs	3265	2.29	29	33
Chicken meat	4325	3.00	34	43
Butter	5553	0.72	0.0	6.4
Pig meat	5988	2.15	57	23
Sheep/goat meat	8763	4.25	63	54
Bovine meat	15415	10.19	112	153

Source: [Mekonnen and Hoekstra \(2010\)](#)



AGUA VERDE

Es el agua de lluvia almacenada en el suelo como humedad, siempre y cuando no se convierta en escorrentía. Igualmente, la huella hídrica verde se concentra en el uso de agua de lluvia, específicamente en el flujo de la evapotranspiración del suelo que se utiliza en agricultura y producción forestal.



AGUA AZUL

Se denomina así a la que se encuentra en los cuerpos de agua superficial (ríos, lagos, esteros, etc.) y subterráneos. La huella hídrica azul se refiere al consumo de agua superficial y subterránea de determinada cuenca, entendiendo consumo como extracción. Es decir, si el agua utilizada regresa intacta al mismo lugar del que se tomó dentro de un tiempo breve, no se toma en cuenta como Huella Hídrica.



AGUA GRIS

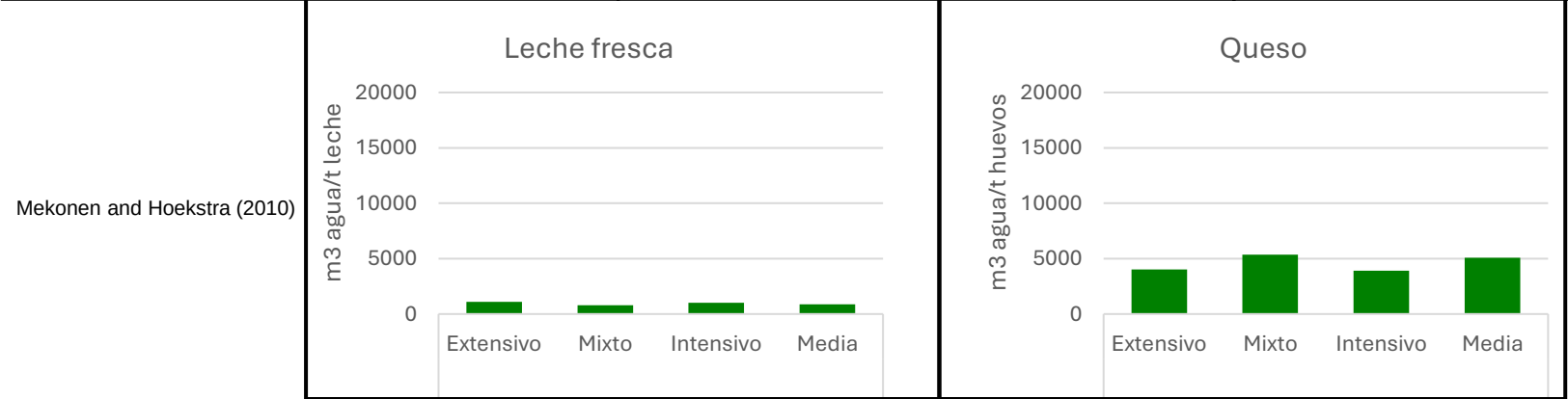
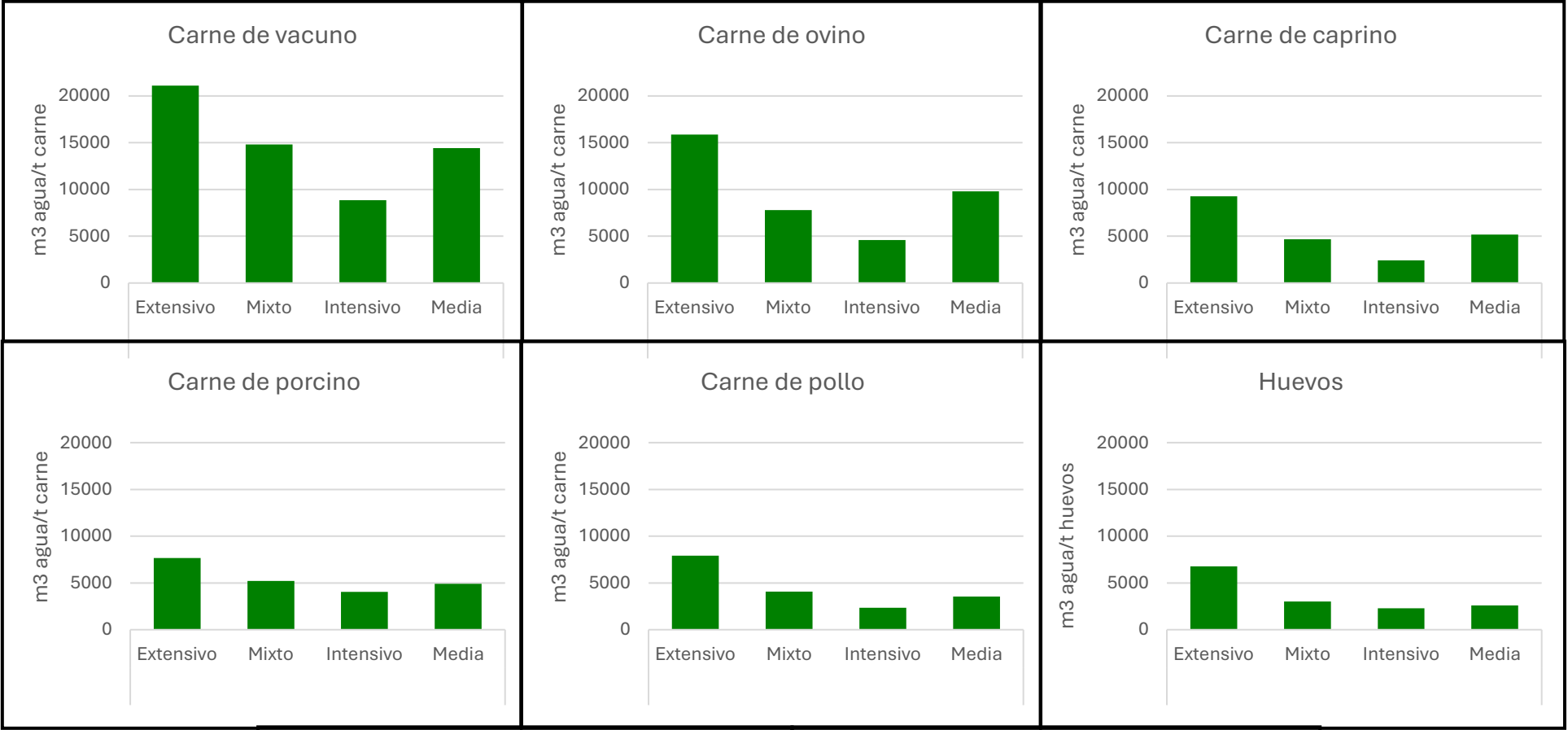
Es toda el agua contaminada por un proceso. Sin embargo, la huella hídrica gris no es un indicador de la cantidad de agua contaminada, sino de la cantidad de agua dulce necesaria para asimilar la carga de contaminantes dadas las concentraciones naturales conocidas de éstos y los estándares locales de calidad del agua vigente.

La suma del AGUA VERDE, el AGUA AZUL, y el AGUA GRIS que requiere un producto o servicio dentro de todo el proceso de elaboración será su **HUELLA HÍDRICA**.

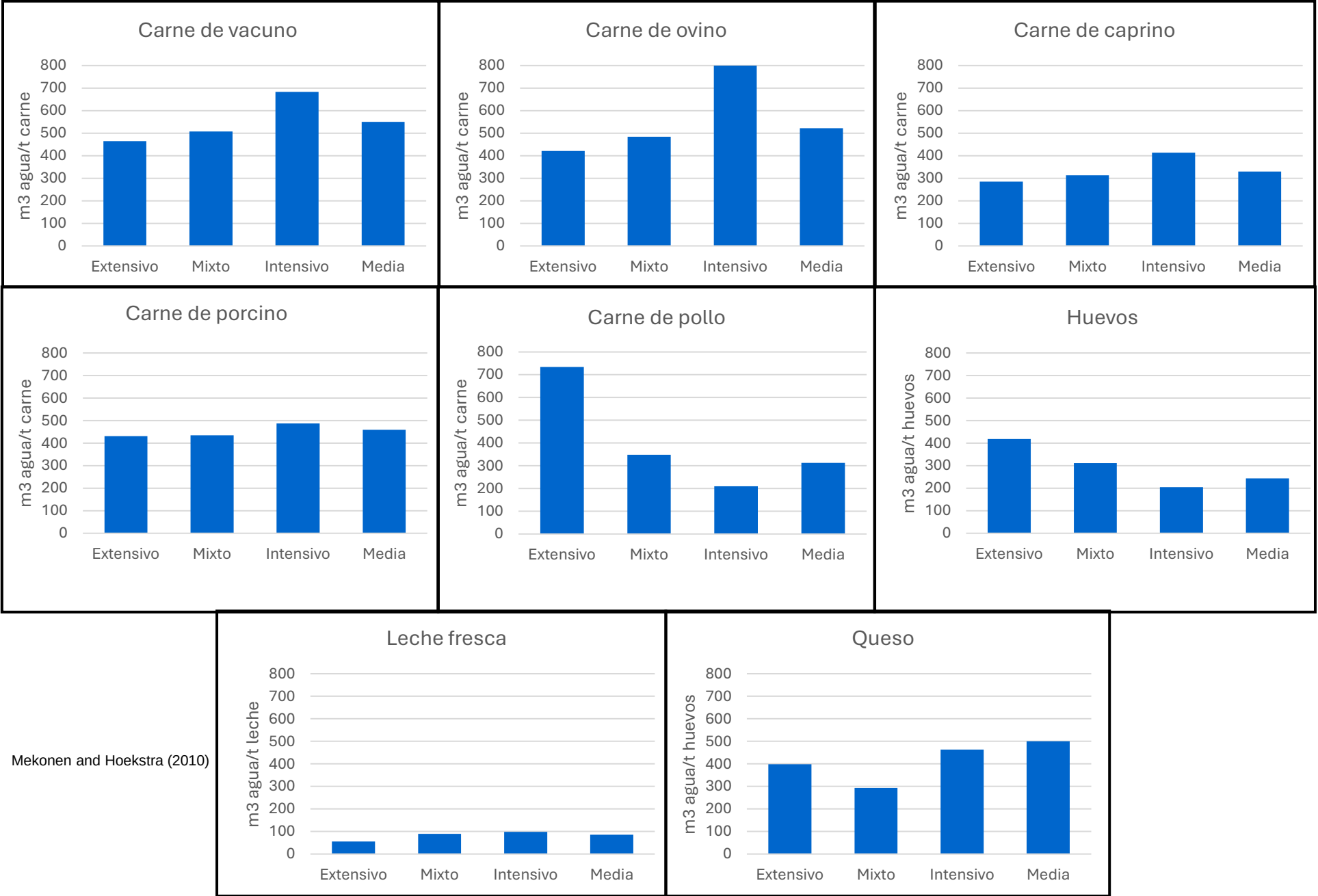


Huella Hídrica

HUELLA DE AGUA VERDE EN LA PRODUCCIÓN (MEDIA DE 1995-2005)

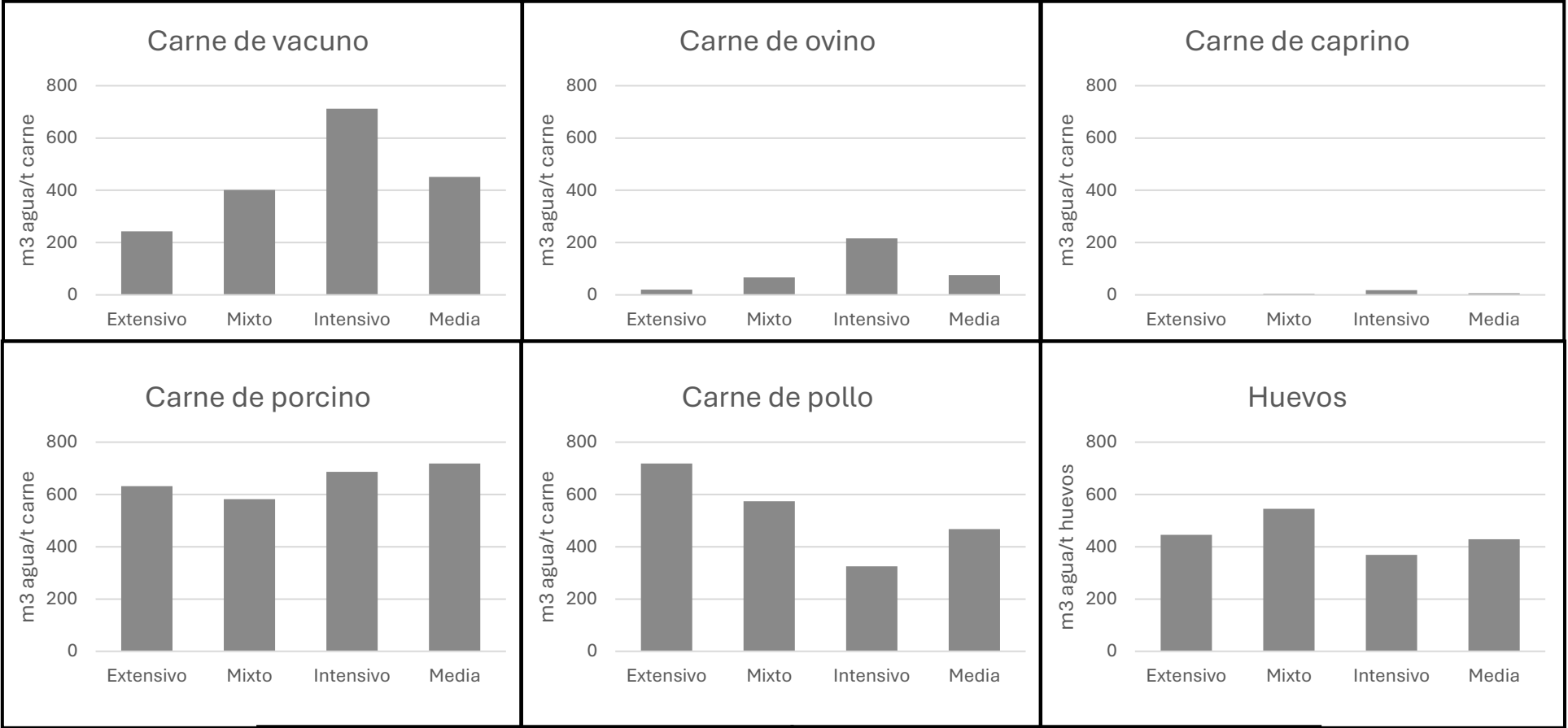


HUELLA DE AGUA AZUL EN LA PRODUCCIÓN (MEDIA DE 1995-2005)

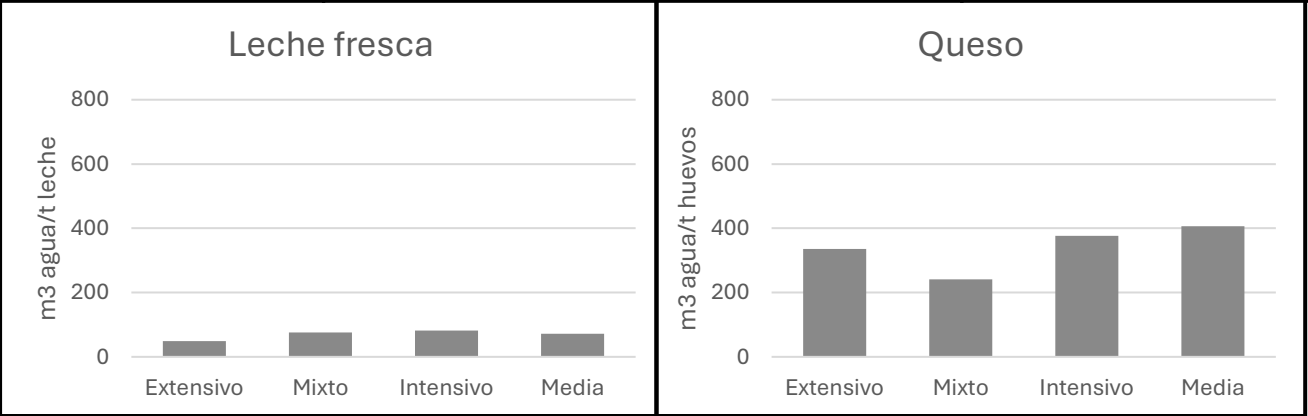


Mekonen and Hoekstra (2010)

HUELLA DE AGUA GRIS EN LA PRODUCCIÓN (MEDIA DE 1995-2005)



Mekonen and Hoekstra (2010)



LA HUELLA DE SUELO

- Mala relación C/N
- Desequilibrio mineral en el suelo
- Lavado de elementos solubles y contaminación de acuíferos

Dificultad para mineralizar la materia orgánica y acumulación de N orgánico

El estiércol



Vacuno



Ovino



Caballo

El purín



Balsa de purín porcino



Balsa de purín porcino con costra
de desecación

La gallinaza



Gallinas ponedoras sin cama



Pollos de carne sobre cama

Características de algunos residuos

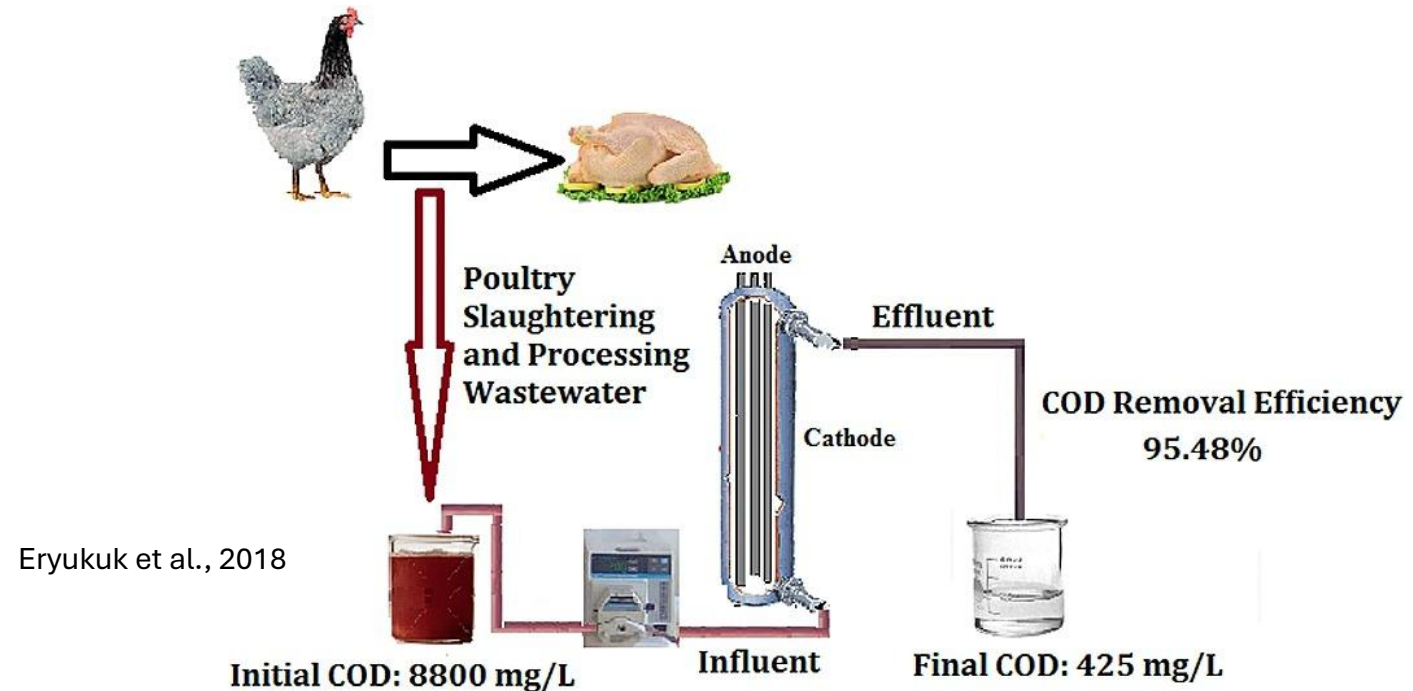
Material	C/N Ratio	Material	C/N Ratio
Cattle Manure	19:1	Poultry Carcass	4:1
Cattle Carcass	10:1	Sawdust	442:1
Corn Silage	40:1	Sheep Manure	16:1
Corn Stalk	68:1	Swine Carcass	14:1
Dairy Manure	20:1	Swine Manure	12:1
Grass Clippings	17:1	Turkey Litter	16:1
Horse Manure	30:1	Wheat Straw	127:1
Leaves	54:1	Wood Chips	600:1

(Rynk et al., 1992)

Relación óptima C/N para descomposición microbiana:
20:1 a 40:1

El impacto ambiental en mataderos

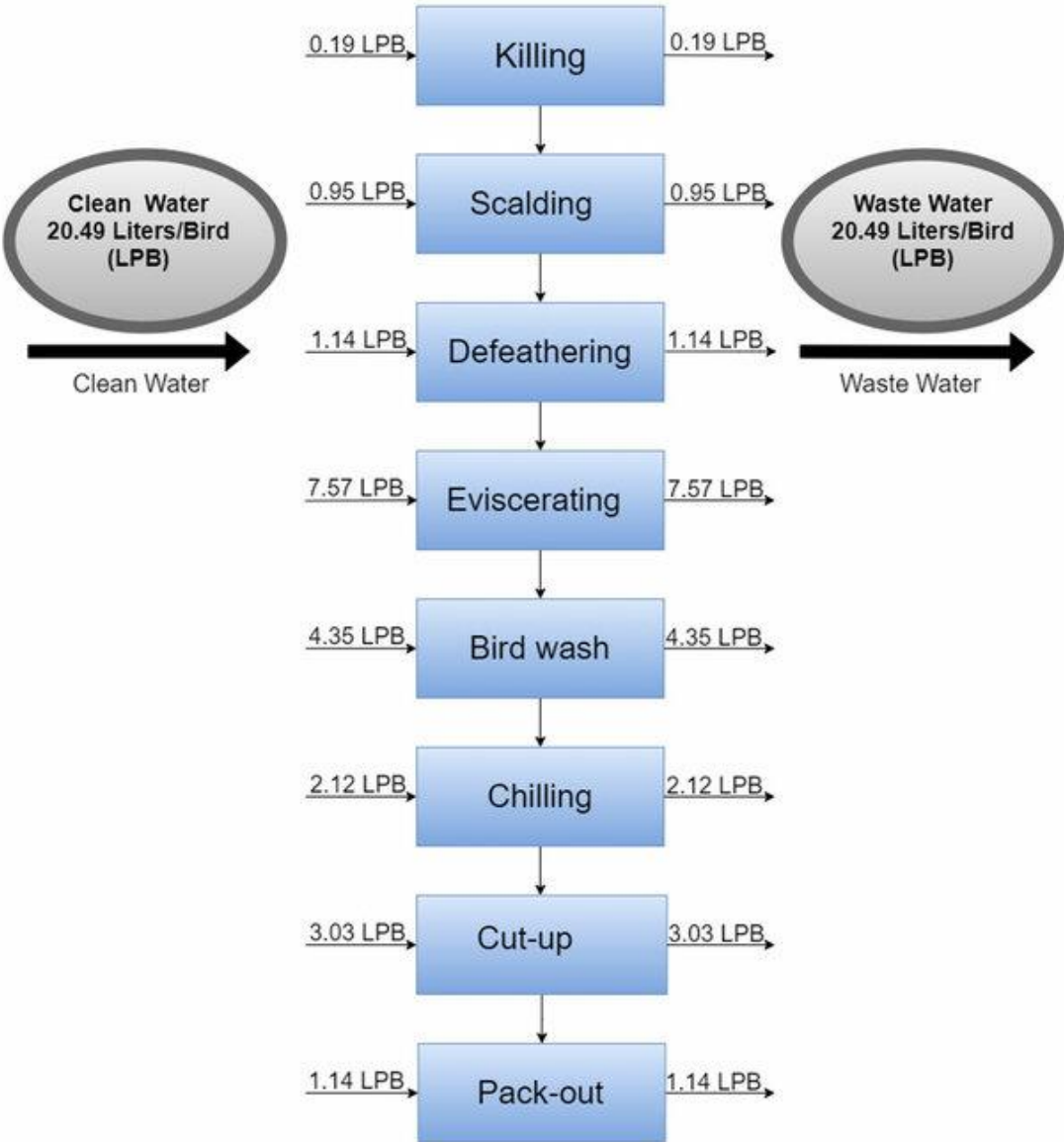
- Alto consumo de agua y energía.
- Generación de residuos biológicos y emisiones de CO₂.
- Necesidad de tecnologías eficientes y sostenibles.



PROCESOS INDI

	Uso de agua
Aturdimiento	++
Desangrado	+
Escaldado	++
Desplumado	++
Corte de patas y cabezas	
Eviscerado y lavado de canales	++++
Enfriamiento de canales	++
Limpieza de equipos e instalaciones	++
Despiece	++
Envasado	+

El procesado en matadero requiere entre 10 y 20 L de agua por kg de pollo



Innovaciones en mataderos

- Aturdimiento con gas.
- Escaldado sin inmersión.
- Automatización procesos e IA.
- Envasado en atmósfera modificada.
- Energías renovables.
- Separación y valorización de residuos.



Aturdidor por baño en agua

Aturdimiento con gas

- Aturdimiento con gas (CAS) evita el uso del agua
- Mejora el bienestar animal
- Los sistemas CAS óptimos deben ser multifase
- Necesario ajustar la mezcla de gases
- La producción y transporte de gases como CO₂, Ar y N₂ puede generar emisiones adicionales
- El desplumado suele ser más costoso
- Aplicable en grandes mataderos



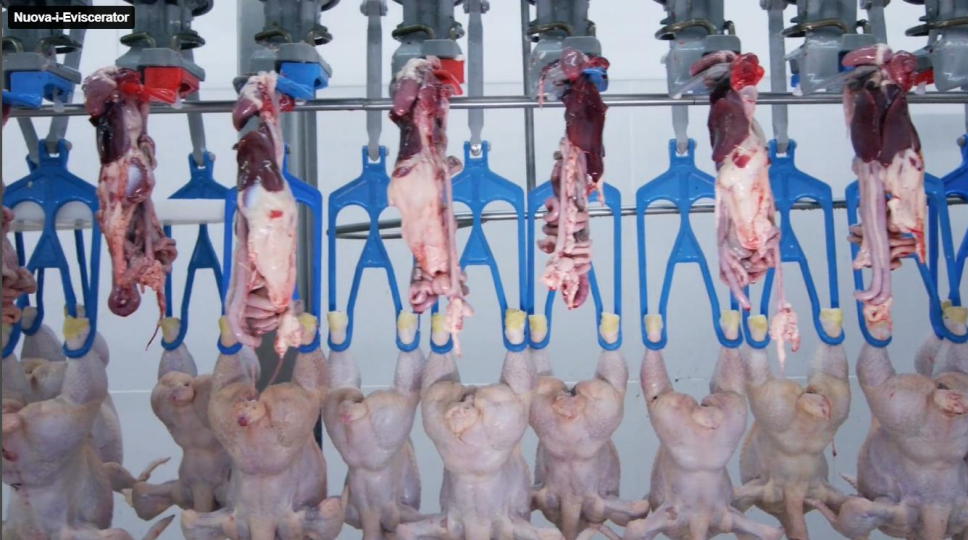
Aturdidor por CAS (Controlled Atmosphere Stunning)



Escaldador por aire caliente

Escaldado sin inmersión

- Reducción del consumo de agua y energía
- Reducción de la contaminación cruzada en el escaldador
- Mejora la calidad del producto final (menos daños en la piel)
- Posible reducción en la eficacia del desplumado
- Necesidad de mayor control técnico



Eviscerador

Automatización de procesos

- Mejora de la eficiencia
- Reducción del desperdicio, mejora de la seguridad alimentaria y la trazabilidad
- Optimización del consumo de agua y energía
- Mejor gestión de residuos

- Alta inversión inicial
- Necesidad de personal técnico especializado
- Adaptación del personal a nuevas funciones (supervisión y mantenimiento de maquinaria)
- Dependencia de software y ciberseguridad



Revisión y control de calidad

Envasado en atmósfera modificada



Modified Atmosphere Packaging, MAP
Envase con atmósfera modificada



Shrink Barrier Film, SBF
Película protectora retráctil

- Aumenta la vida útil de la carne, reduciendo el desperdicio de alimentos.
 - Mantiene la frescura y el color del producto.
 - Reduce la necesidad de conservantes.
 - Mejora la seguridad alimentaria al limitar el crecimiento bacteriano.
- Mayor uso de plásticos en el envasado, aumentando los residuos.
 - La producción y transporte de gases como CO_2 y N_2 puede generar emisiones adicionales.
 - Requiere inversiones en equipos y materiales específicos.

Implementación de energías renovables

- Reducción de la huella de carbono
- Reducción de la dependencia de combustibles fósiles
- Reducción de la vulnerabilidad frente a fluctuaciones en los costes de energía
- Ahorro energético a largo plazo
- Optimización de sistemas de refrigeración con energías limpias

- Alta inversión inicial
- Dependencia de factores ambientales
- Espacio y adaptación de infraestructuras
- Costes de mantenimiento y tecnología especializada
- Dificultad en la integración con sistemas convencionales



Innovaciones en la gestión de residuos (I)

Sensores y clasificación automatizada:

- *Básculas inteligentes*: medir y categorizar residuos en tiempo real;
- *Brazos robóticos*: optimizar la segregación de subproductos.

Transformación en bioproductos:

- *Plumas* → queratina hidrolizada;
- *Vísceras y grasa* → Biocombustibles o harinas proteicas;
- *Sangre* → Suplementos nutricionales o fertilizantes líquidos ricos en nitrógeno.

Digestores anaerobios:

- *Biogás*;
- *Biofertilizantes*.

Innovaciones en la gestión de residuos (II)

Filtración y reutilización del agua:

- *Ultrafiltración y ósmosis inversa* para reciclar agua de lavado;
- *Biosensores* para detectar contaminantes.

Separación avanzada de grasas y proteínas en efluentes:

- *Centrífugas y flotadores por aire disuelto (DAF).*

Plásticos biodegradables o compostables en el envasado.

Registro en tiempo real de la gestión de residuos:

- *Blockchain* de la cadena de residuos;
- *Transparencia de la cadena de valor*

Conclusiones

El sistema agroalimentario contribuye significativamente a la economía, pero genera una huella ambiental elevada.

- La producción de carne es una fuente importante de emisiones de CO₂ y uso de agua.

En mataderos:

- El **aturdimiento con gas** (CAS) mejora el bienestar animal y reduce el consumo de agua.
- El **escaldado sin inmersión** disminuye el consumo de agua y energía, pero requiere mayor control técnico.
- La **automatización e IA** aumentan la eficiencia, reducen desperdicios y mejoran la seguridad alimentaria.
- El **envasado en atmósfera modificada** prolonga la vida útil de los productos, aunque incrementa el uso de plásticos.
- La **implementación de energías renovables** reduce la huella de carbono y la dependencia de combustibles fósiles. Representa una inversión inicial elevada y desafíos en la adaptación de infraestructuras.

Retos pendientes

- Equilibrar sostenibilidad ambiental y la viabilidad económica
- Optimizar el uso de recursos sin comprometer la eficiencia
- Adaptar las tecnologías a distintos tipos de mataderos



fundae.es

Muchas gracias por su atención



CEU

*Universidad
Cardenal Herrera*

