

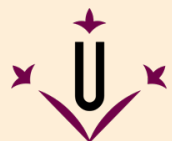
XII CONGRESO



de la **Asociación de
Veterinarios de Porcino de Aragón**

ALIMENTACIÓN Y SOSTENIBILIDAD: LOS PRÓXIMOS DESAFÍOS

Javier Álvarez-Rodríguez
javier.alvarez@udl.cat



Universitat
de Lleida

Facultad de Veterinaria / Palacio de Congresos Expo

Zaragoza

23 y 24 de noviembre de 2022



ALIMENTACIÓN Y SOSTENIBILIDAD: LOS PRÓXIMOS DESAFÍOS

Índice de contenidos

Context.

- Contextualización: reflexión sobre la sostenibilidad del sector en el espacio y el tiempo

Corto plazo

- Aplicación de mejoras técnicas disponibles para reducción de impactos.

Medio plazo

- Ingredientes y restricciones en formulación de piensos para reducir la huella ambiental (carbono e hídrica).

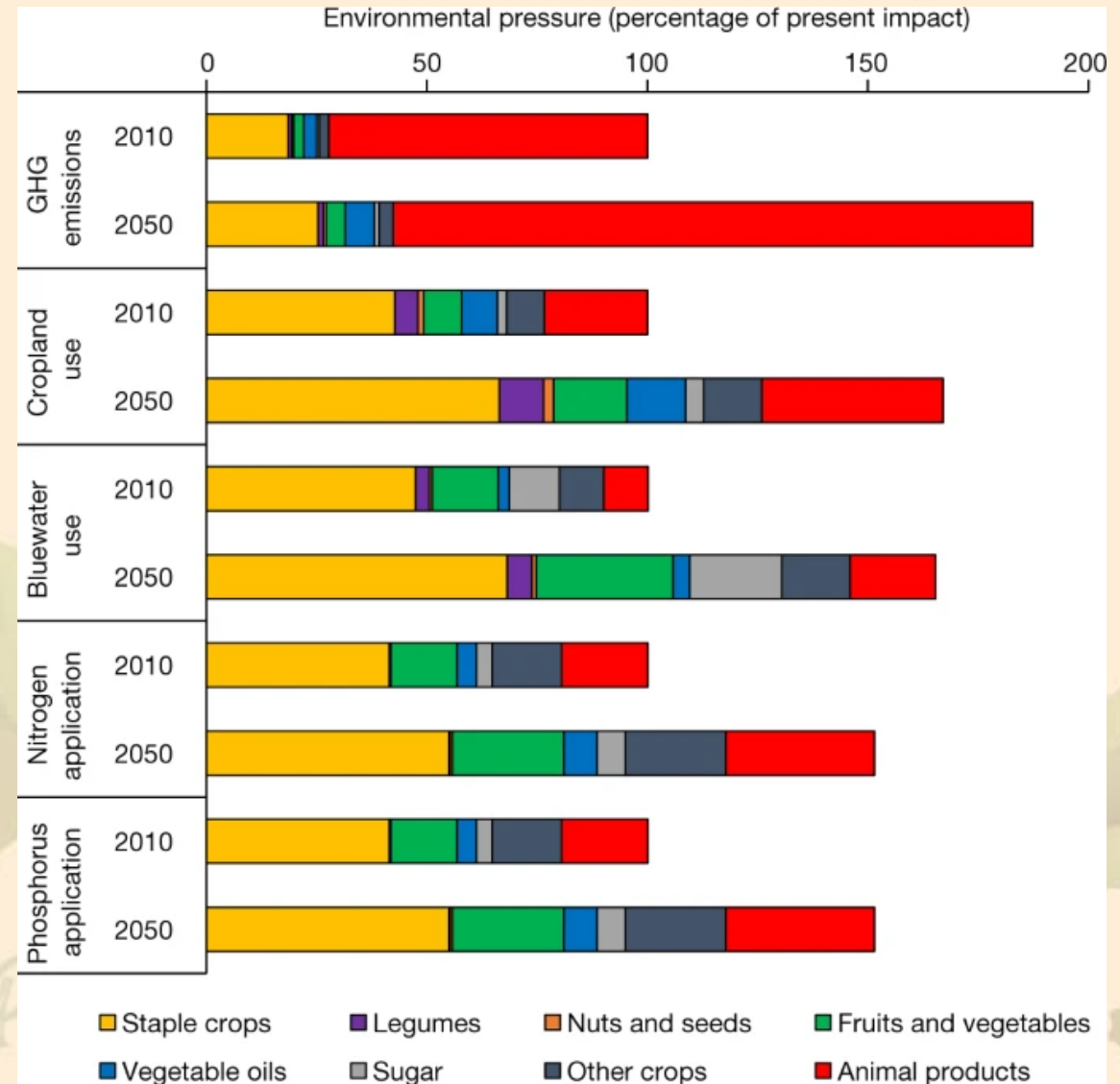
Largo plazo

- Integración cultivos-ganadería para autonomía alimentaria.
- Métodos de evaluación de la sostenibilidad de granjas

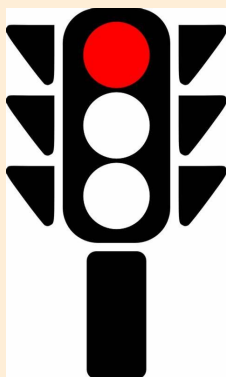
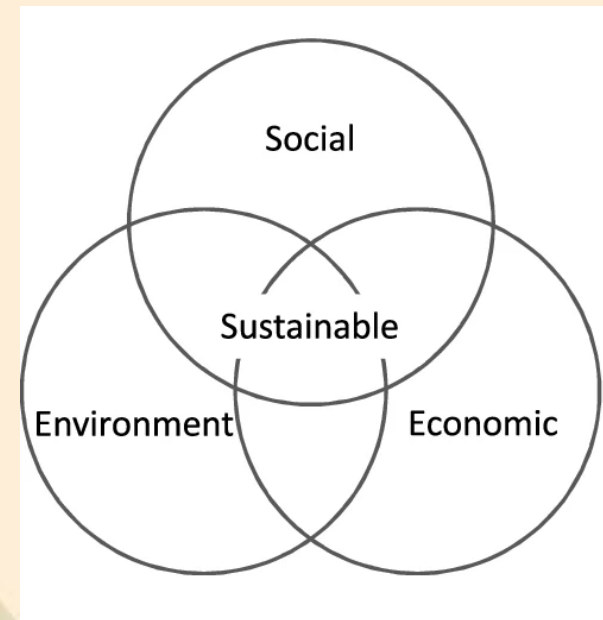
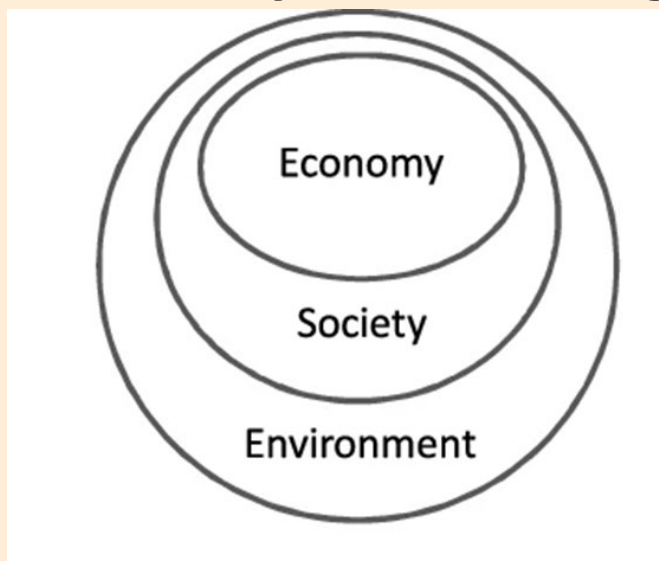
Presión de la producción de alimentos sobre el medio ambiente

Hasta 2050 se prevé que la presión de la producción animal (**barra roja**) sobre el medio ambiente ↑

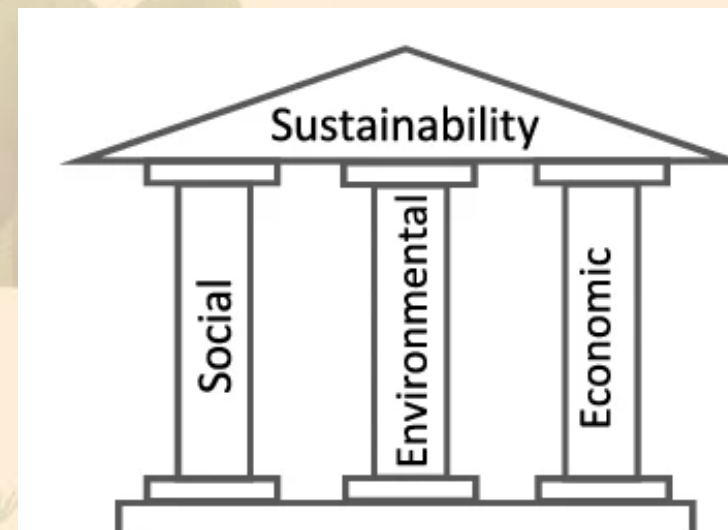
- Emisiones de gases de efecto invernadero
- Uso de la tierra
- Uso de agua azul (de riego)
- Aplicación de nitrógeno
- Aplicación de fósforo



Priorizar sólo el **beneficio económico** a corto plazo puede afectar negativamente a la **sostenibilidad medioambiental y social** a largo plazo.



Costes públicos por descontaminación y/o reacondicionamiento de áreas degradadas

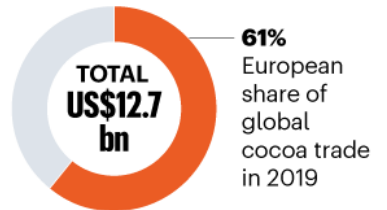
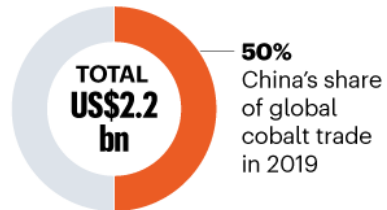
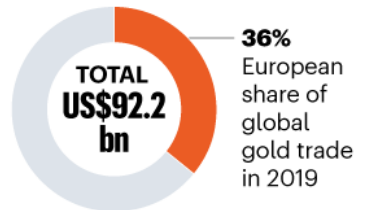


Estrategia UE de la granja a la mesa: Cumplimiento de los 3 pilares

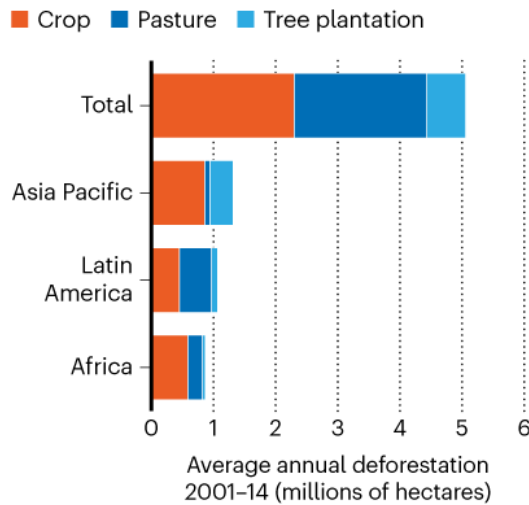
UNSUSTAINABLE SUPPLY CHAINS

From farm to factory, companies struggle to track environmental and social damages linked to their products, such as modern slavery and deforestation.

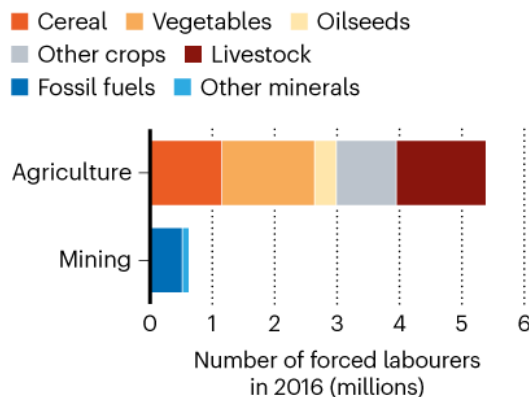
Europe and China dominate imports of some commodities



Tropical deforestation is a widespread problem in farming



Forced labour is rife in agriculture and mining



©nature

¿Es sostenible nuestra cadena de suministro de bienes?

Europa y China → países importadores

Países emergentes sufren impacto de la agricultura y minería intensiva → **problemas ambientales** (deforestación, degradación calidad aire y agua) y **derechos humanos** (trabajo infantil).



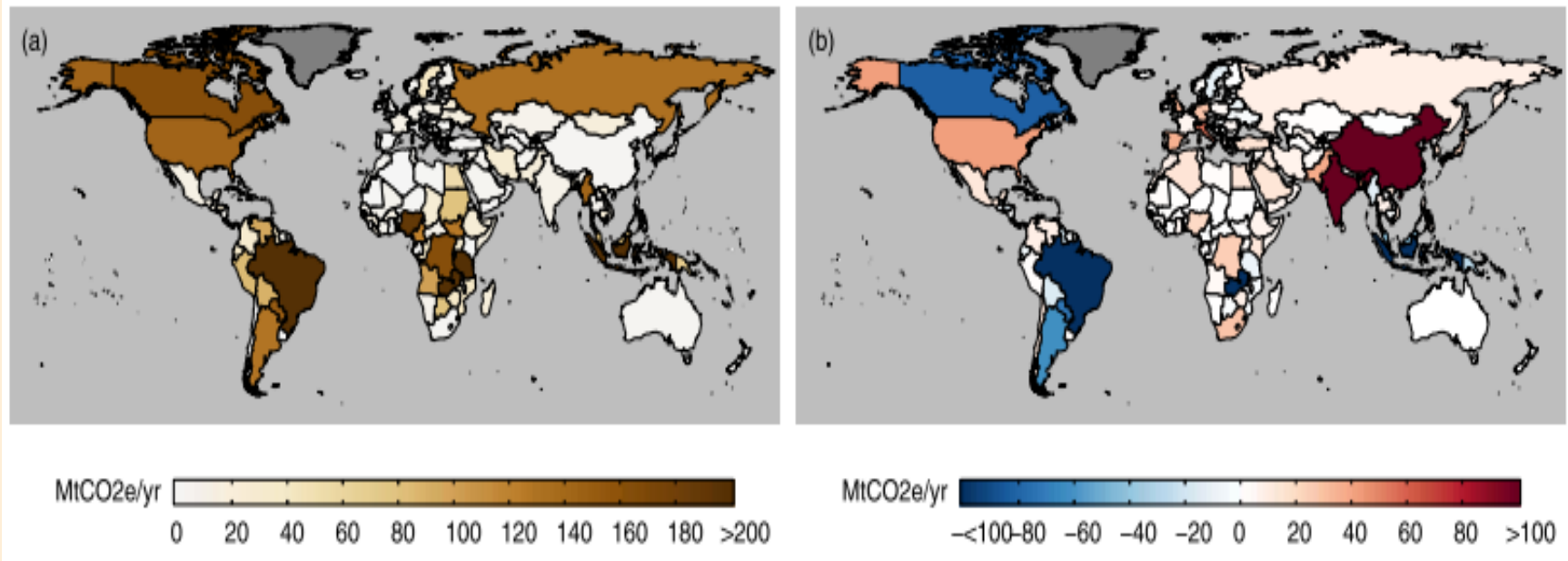
Nature 606, 861-863 (2022)

doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-022-01718-8>

Emisiones de gases de efecto invernadero debidas a: uso del suelo agrícola + combustibles fósiles de movimiento comercial

Sin considerar el comercio de sus productos

Considerando el comercio de sus productos

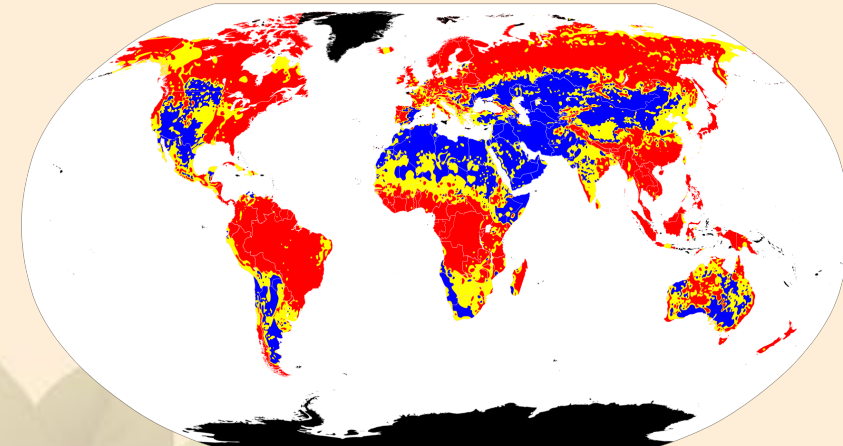


Foong et al. (2022)

- Países *exportadores* con **emisiones** debidas a producción **agrícola** y países *importadores* con emisiones asociadas al **flujo comercial** de productos agroganaderos.
- Nuevos objetivos nacionales de reducción de emisiones considerando **partidas “deslocalizadas”**.

Atributos de mayor impacto del porcino sobre los bienes comunes

- **Acidificación:** presencia de gases acidificantes en el medio ambiente (NO_x , NH_3 y SO_x), que dan lugar a la liberación de H^+ cuando se mineralizan, acidificando el suelo y el agua.
- **Eutrofización:** nutrientes (principalmente N y P) de vertidos que aceleran el crecimiento de las algas y demás vegetación en el agua, que puede consumir el oxígeno en el medio, provocando la muerte de especies acuáticas.



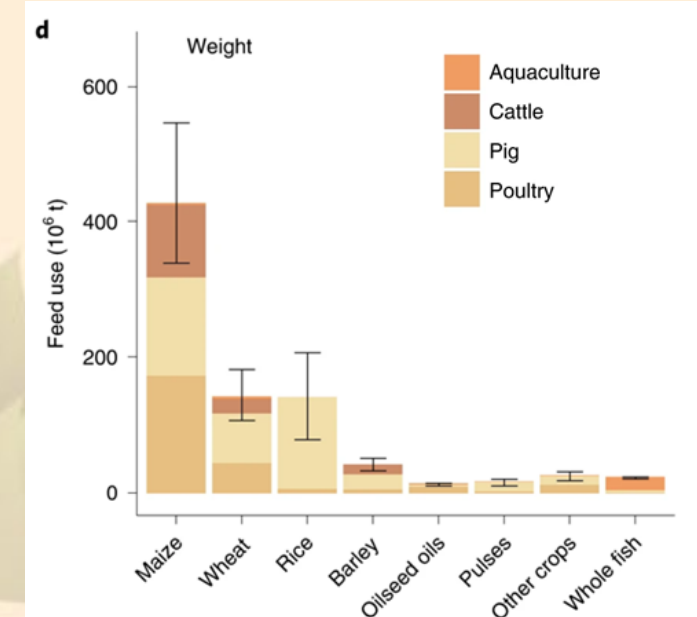
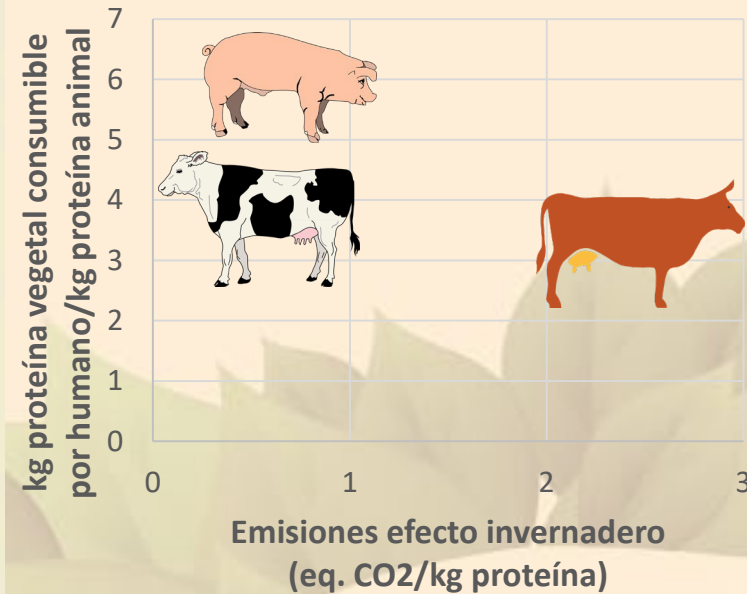
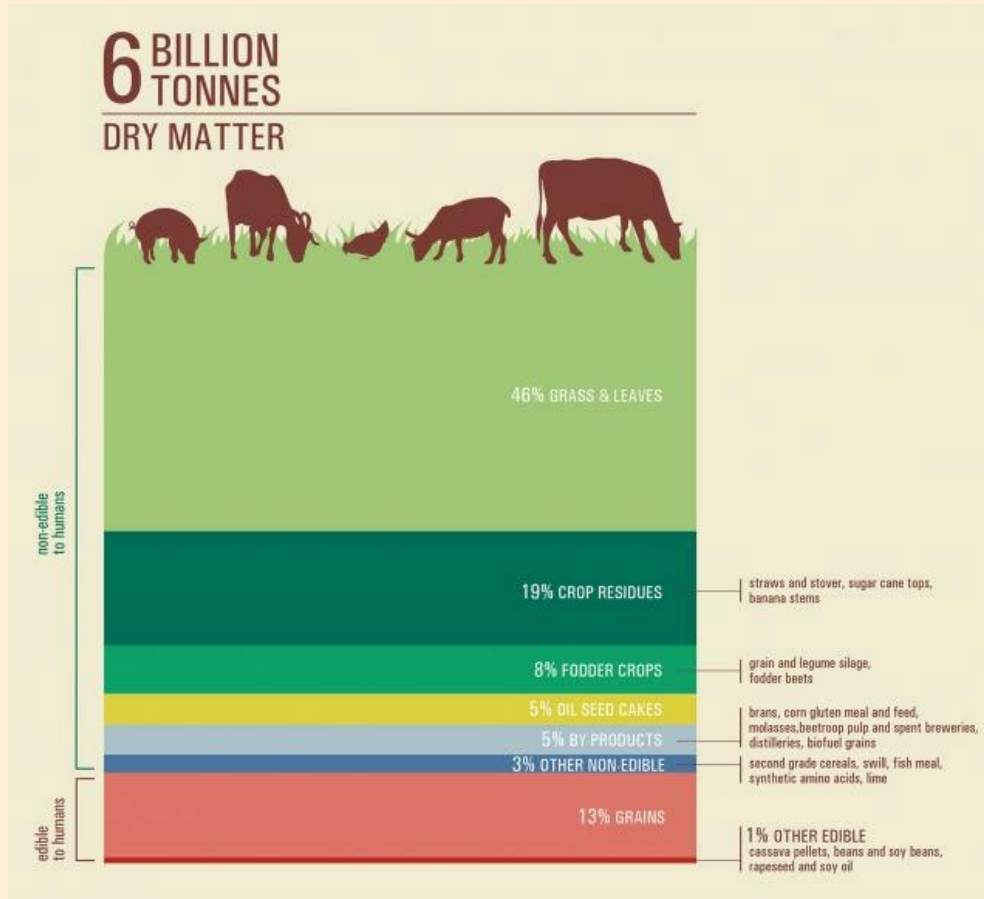
Acidez del suelo (Rojo: ácido;
Amarillo: Neutro; Azul: alcalino)



MAPA, 2010



Competencia del porcino por el uso de la tierra para alimentación humana



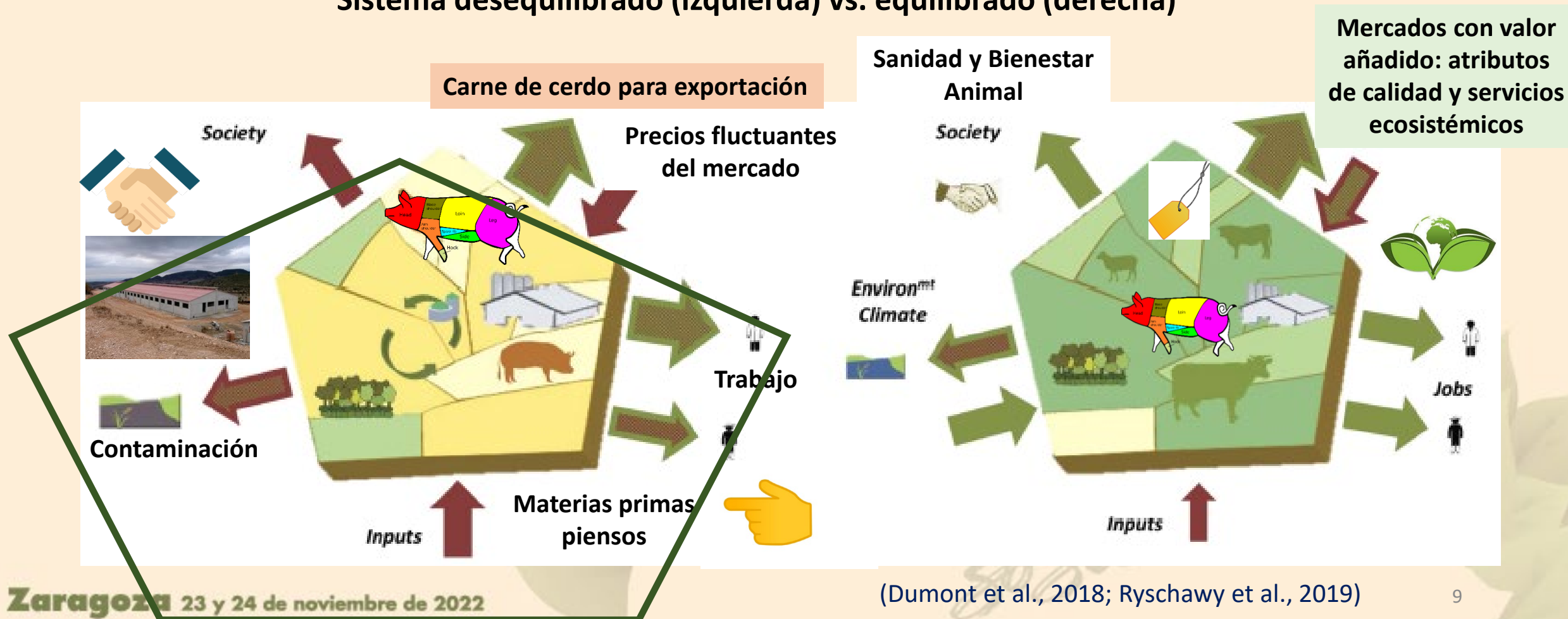
(Mottet et al., 2017; FAO, 2017; Sändstrom et al., 2022)

- El 86% de la producción mundial de alimentos no son aptos directamente para el humano, destacando el aprovechamiento de fuentes que no compiten con el humano en los rumiantes (65% del total disponible).
- Del 14% de producción vegetal apta para el humano, los monogástricos consumen el 72%.

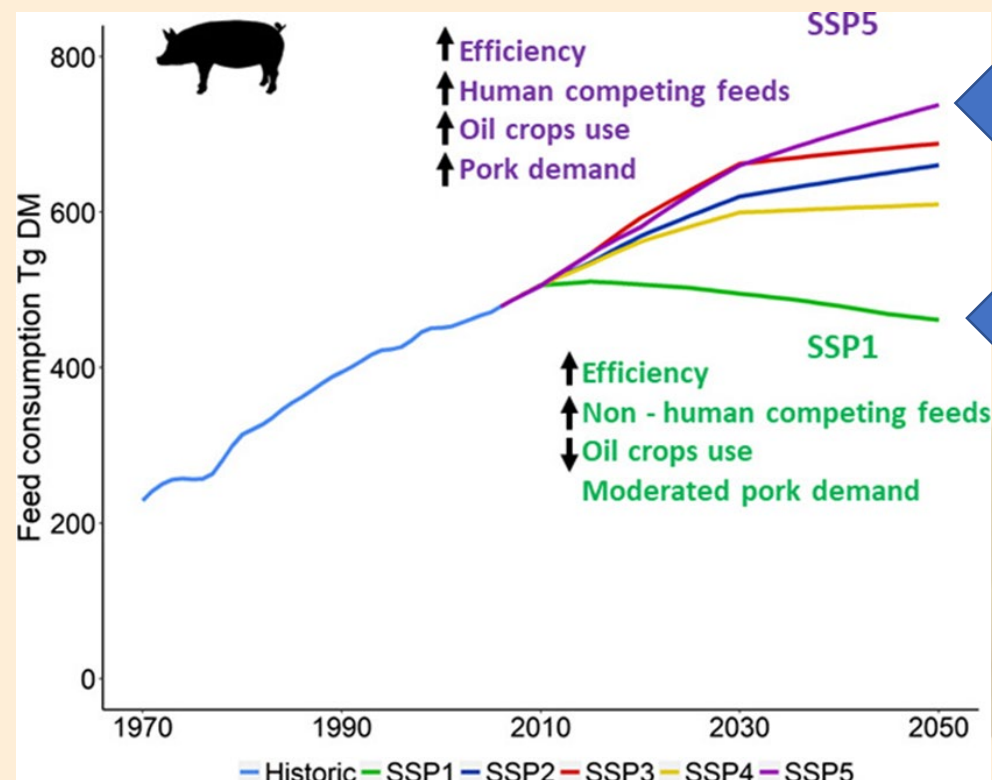
¿Cómo la alimentación animal puede ayudar a mejorar la sostenibilidad de la producción porcina?

Análisis de los impactos y servicios que prestan los sistemas ganaderos

Sistema desequilibrado (izquierda) vs. equilibrado (derecha)



Escenarios para moderar las necesidades de producción mundial de ingredientes para piensos de porcino



Sin límite o con pocos límites de recursos

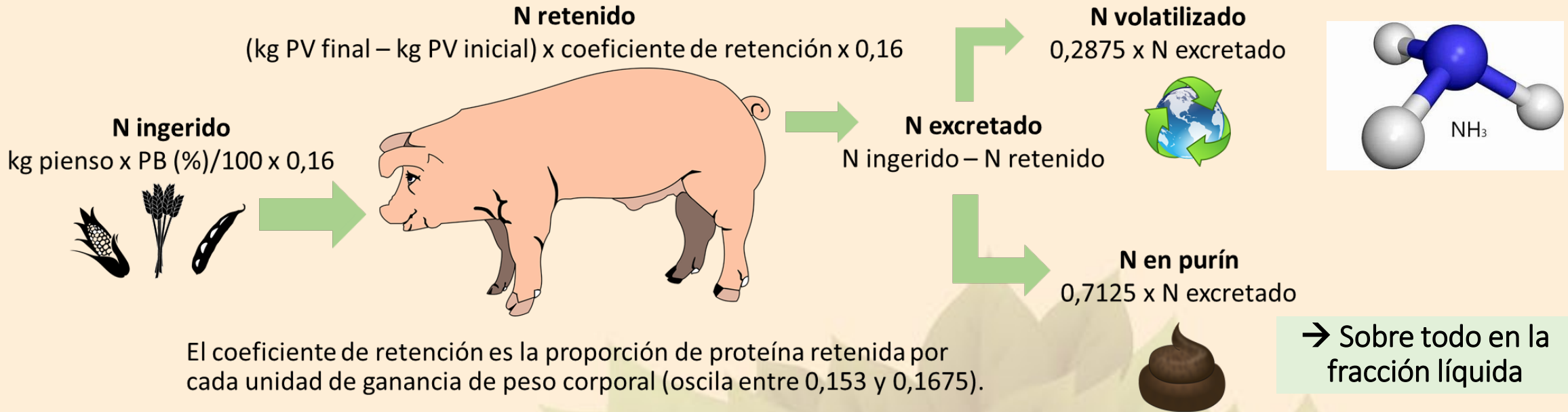
- Uso de fuentes alternativas de proteína
- Uso de AA sintéticos para ↓ PB
- Integración agropecuaria (nutrientes purín, ciclos C, N y P)
- ↓ consumo de carne

Lassaletta et al. (2019). doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.079.

¿Qué interesa más, producir localmente o importar alimentos para deslocalizar la huella ambiental?

- ✓ **Escenario egoísta:** importar permite más disponibilidad de tierra y agua para el país productor de cerdos.
- ✓ **Escenario global:** efectos adversos sobre los agroecosistemas de los países de origen, ligados a deforestación, uso de insumos, contaminación de suelos y aguas, y emisiones de gases globales.

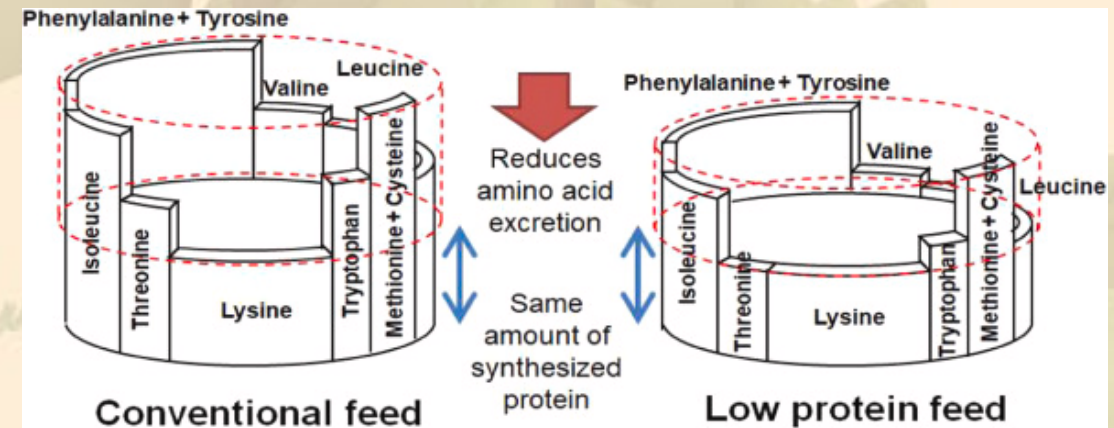
Aprovechamiento del nitrógeno (N) a nivel de granja



Elaborado a partir de Orden AGM/900/2021 (Aragón) y AAM/312/2014 (Cataluña)

- Si falta algún **aminoácido esencial** ↓ síntesis de proteínas.
- Proteína sintetizada no varía al incrementar el aporte de aminoácidos, una vez cubiertas las necesidades

Excreción de N



Caso práctico:

Reducción de PB en el pienso en granjas con rendimientos productivos similares

Ejemplos de alimentación con 2 piensos con diferente nivel de PB en función de la fase de engorde en 2 granjas

Intervalo de peso vivo (kg)	PB pienso (%)	Pienso consumido (kg/cerdo)	N en el purín (kg/cerdo)
Granja 1			
25-70 kg	16	85	0,77
70-120 kg	15	165	1,95
TOTAL			2,71
Granja 2			
25-70 kg	14,5	83	0,59
70-120 kg	13,5	167	1,70
TOTAL			2,29



$$\text{Superficie agrícola (ha)} = \frac{\text{N en purín} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cerdo}} \right) \times n^{\circ} \text{ plazas granja} \times n^{\circ} \text{ lotes/año}}{170 \frac{\text{kg N}}{\text{ha}} / \text{año}}$$



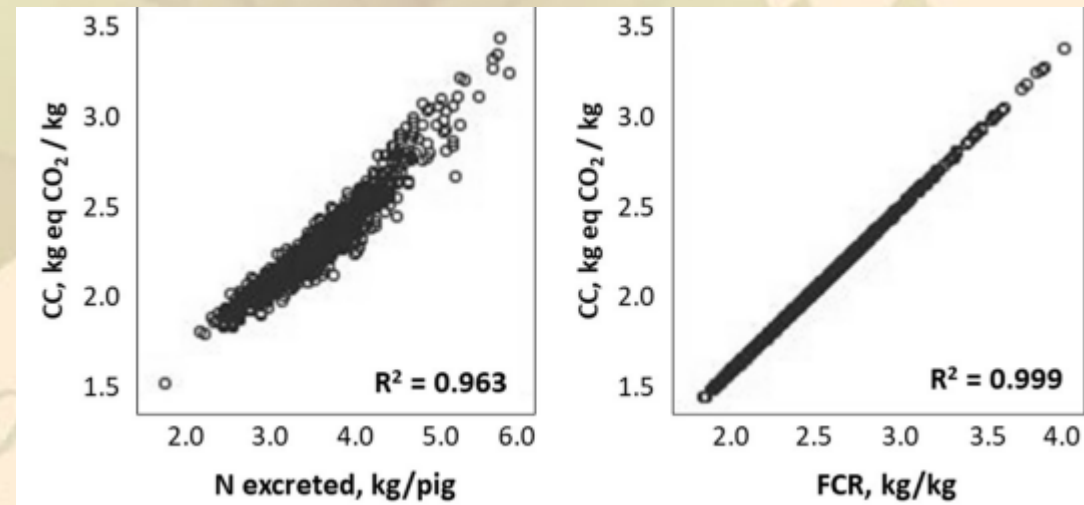
Otro ejemplo:

2 granjas con alimentación multi-fase pero diferente productividad

		Granja 3	Granja 4	Granja 3	Granja 4	Granja 3	Granja 4
Peso vivo	PB pienso (%)	Pienso consumido (kg)		N consumido (kg/cerdo)		N en purín (kg/cerdo)	
25-40 kg	16,5	44	39	1,16	1,03	0,39	0,30
40-70 kg	15,5	88	80	2,18	1,98	1,03	0,89
70-120 kg	14	123	108	2,76	2,42	1,27	1,03
TOTAL		255	227	6,10	5,43	2,69	2,21

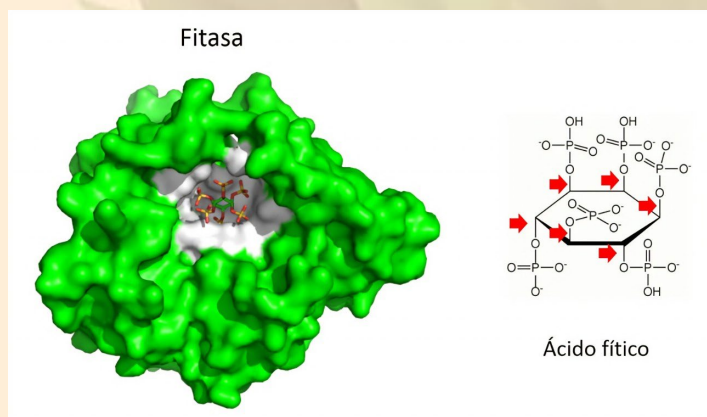
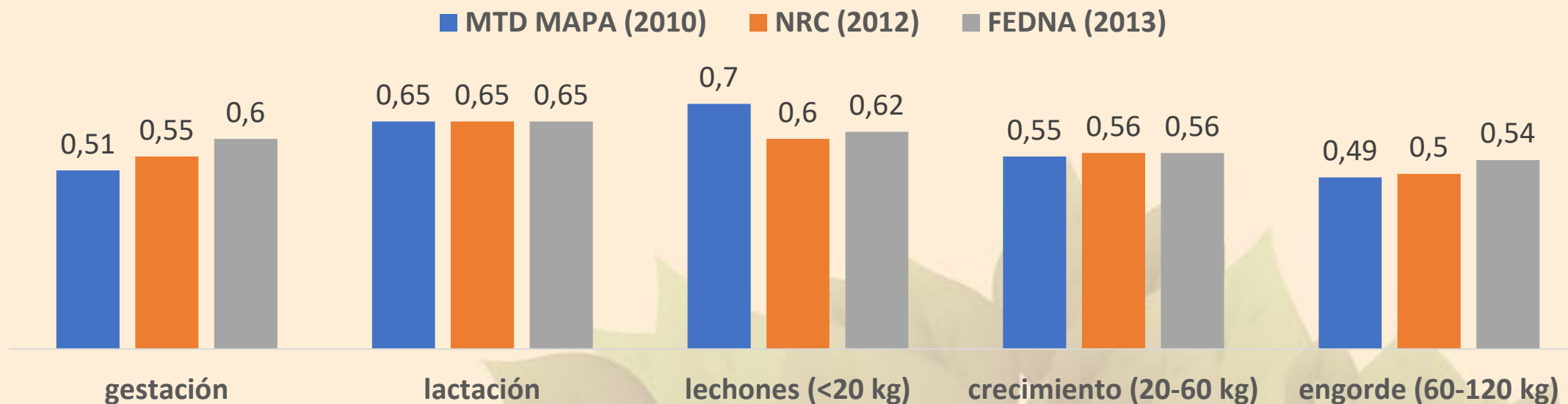


**Relación entre N excretado,
índice de conversión (FCR) y
emisión de gases de efecto
invernadero (kg eq. CO₂)**



Fósforo (P) (%) máximo recomendado en el pienso

Si se garantiza un nivel adecuado de P digestible con fuentes de P inorgánico y enzimas fitasas



P excretado → fracción sólida del purín

Otras sustancias excretadas en el purín

Cobre y zinc

Fármacos

Lincosamidas

Tetraciclinas

Fluoroquinonas

Pleuromutilinas

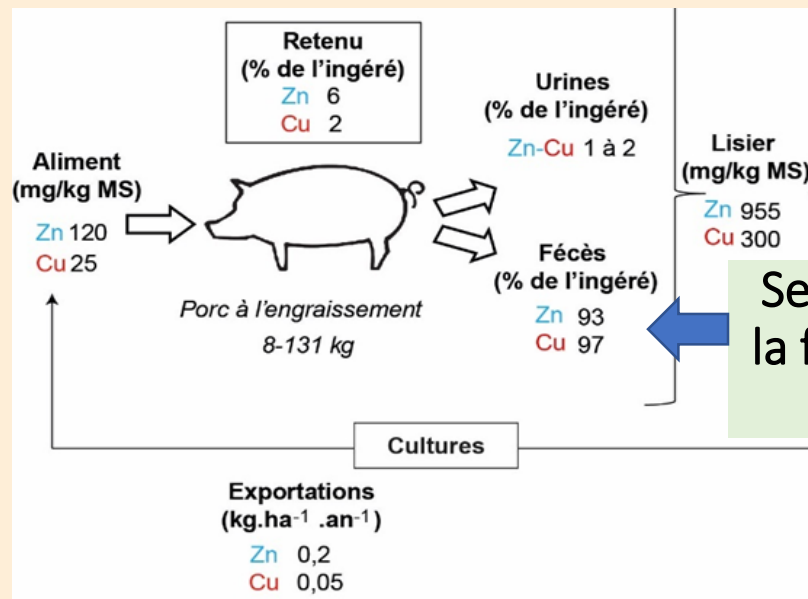
Macrólidos

Antihelmínticos

Anti-inflamatorios

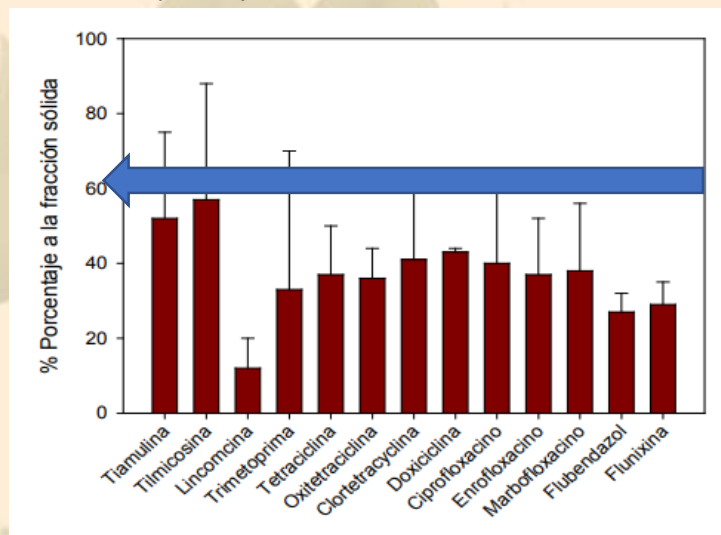
Compuesto	Purín porcino (µg/L)
Lincomicina	15-142
Oxitetraciclina	39-191
Clortetraciclina	1,06-55
Doxiciclina	n.d.-2156
Tetraciclina	143-2082
Ciprofloxacino	0,94-43
Enrofloxacin	2,9-281
Marbofloxacino	n.d.-41
Tiamulina	0,20-31
Tilmicosina	0,032-0,75
Flubendazol	n.d.-14
Flunixin	n.d.-140

* n.d.: no detectado



Se acumulan en la fracción sólida del purín

Gourlez et al. (2022) <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2022.35.2.7073>



Se acumulan en la fracción sólida del purín

En ambos casos, el compostaje permite reducir su toxicidad porque quedan retenidos en la fracción sólida del purín

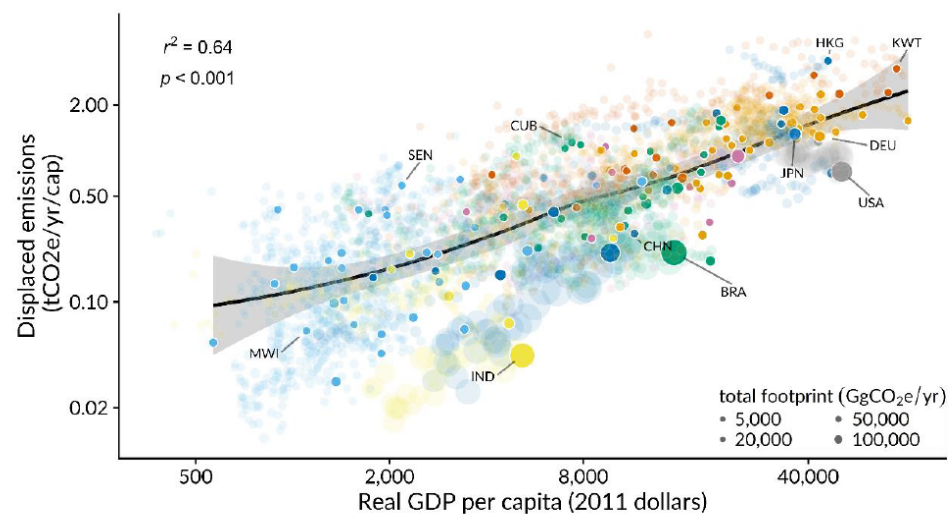
Reconocimiento de la huella ambiental de los ingredientes para piensos

Años 1986-2013: ↑75% la fracción de emisiones de gases deslocalizada, suponiendo un 24% de todas las emisiones actuales

(Pinero et al., 2022)

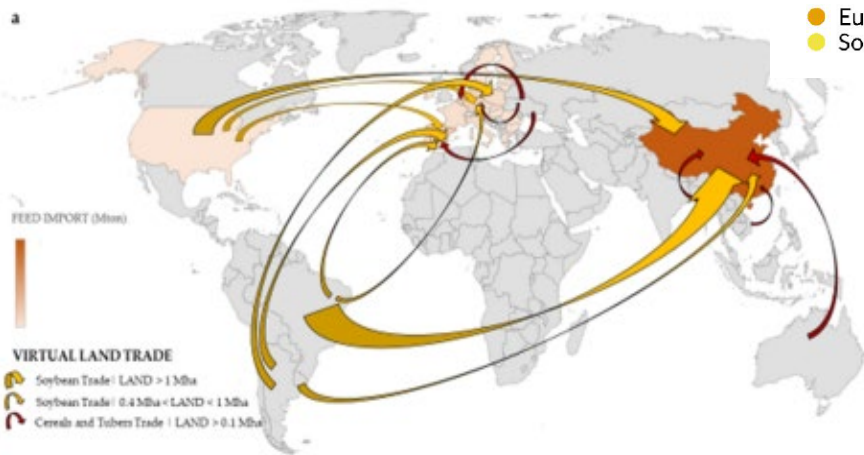
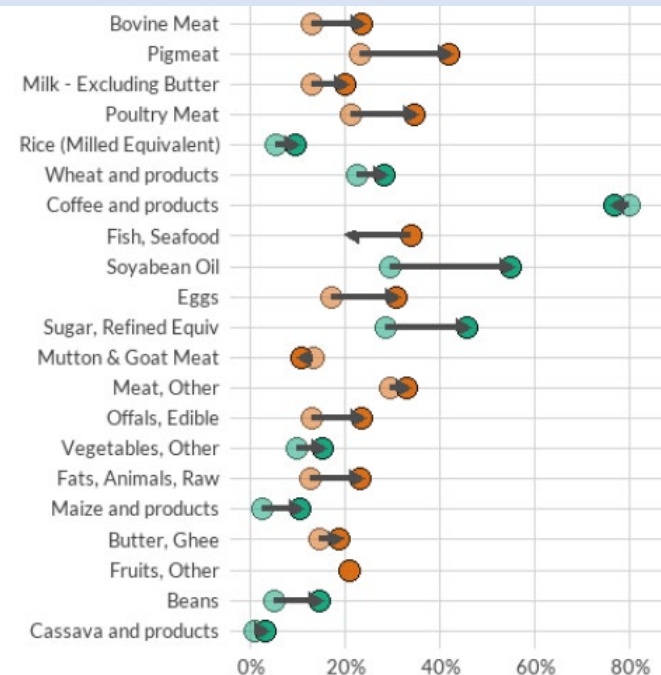
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1838737/v1>

Huella de carbono de los alimentos importados en función de la renta per cápita



● Europe ● Latin America & C. ● East Asia & Pacific ● Central Asia
● South Asia ● Sub-Saharan Africa ● North America ● Middle East & N.Afr.

Proporción de emisiones de productos alimentarios



Comercio de tierra virtual en la producción de carne de cerdo

LETTER • OPEN ACCESS

Global assessment of land and water resource demand for pork supply

Govoni Camilla^{3,1} , Davide Danilo Chiarelli¹ , Alice Luciano² , Luciano Pinotti² and Maria Cristina Rulli¹

Published 14 June 2022 • © 2022 The Author(s). Published by IOP Publishing Ltd

[Environmental Research Letters, Volume 17, Number 7](#)

Citation Govoni Camilla et al 2022 Environ. Res. Lett. 17 074003

Tierra de cultivo necesaria para los ingredientes mayoritarios en los piensos en España

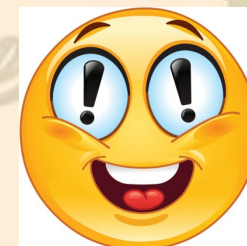
Ingredientes	Proporción media en los piensos (%) ¹	Superficie sembrada (ha x 1000)	Rendimiento (Tm/ha) ²	Superficie necesaria (ha x 1000) ³	Autosuficiencia estimada (%)
Maíz	24	314,5	11,4	787,5	40
Cebada	20	2788,7	3,0	2538,4	110
Trigo	15	1689,0	3,2	1727,6	98
Soja	12	0,96	2,9	2146,6	0

¹ Proporción del ingrediente sobre el total de piensos fabricados en España (37,8 M Tm) (MAPA, 2021)

² Rendimiento medio de los cultivos en los últimos 10 años (MAPA, 2020).

³ Necesidades para piensos/Rendimiento del cultivo. Para la soja se sumaron las necesidades de haba de soja y un rendimiento de la harina de extracción del 70%.

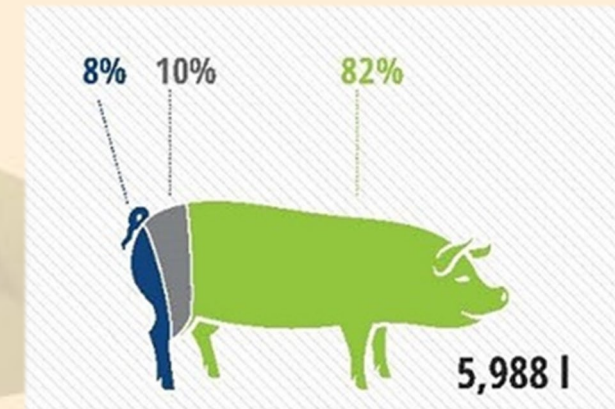
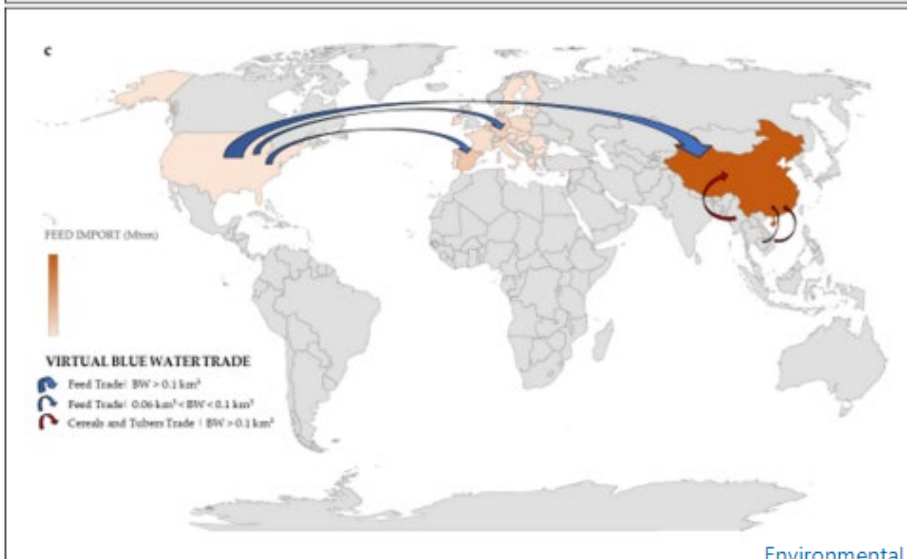
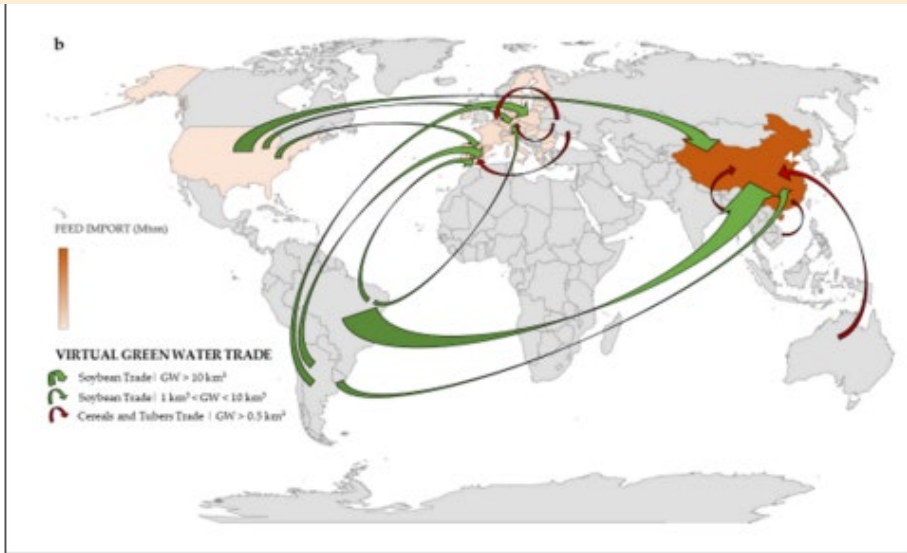
Baja autonomía de cereales de verano y concentrados de proteína



Huella hídrica del porcino en el mundo → agua como recurso limitado

Suma de 3 variables:

- ✓ Agua verde (de lluvia)
- ✓ Agua gris (para limpiar contaminantes generados)
- ✓ Agua azul (de riego)

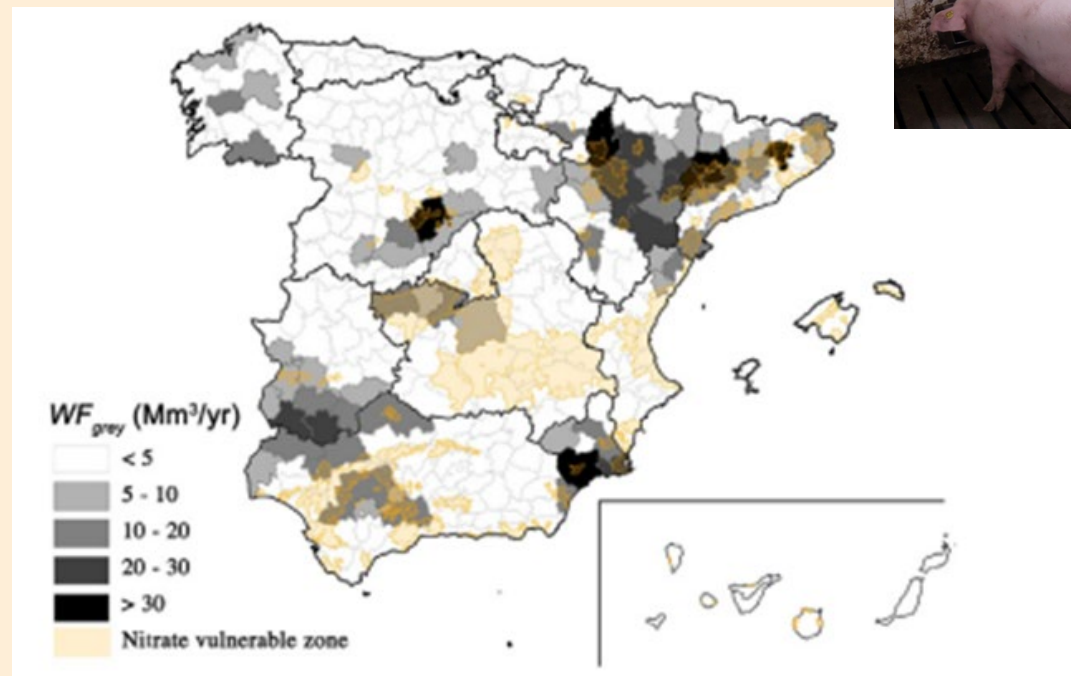


(En España,
3.765L/kg carne)

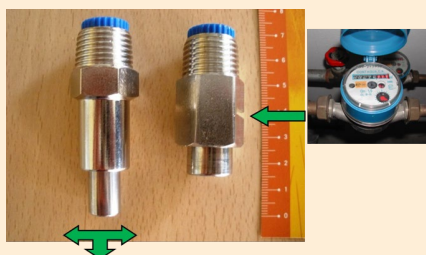
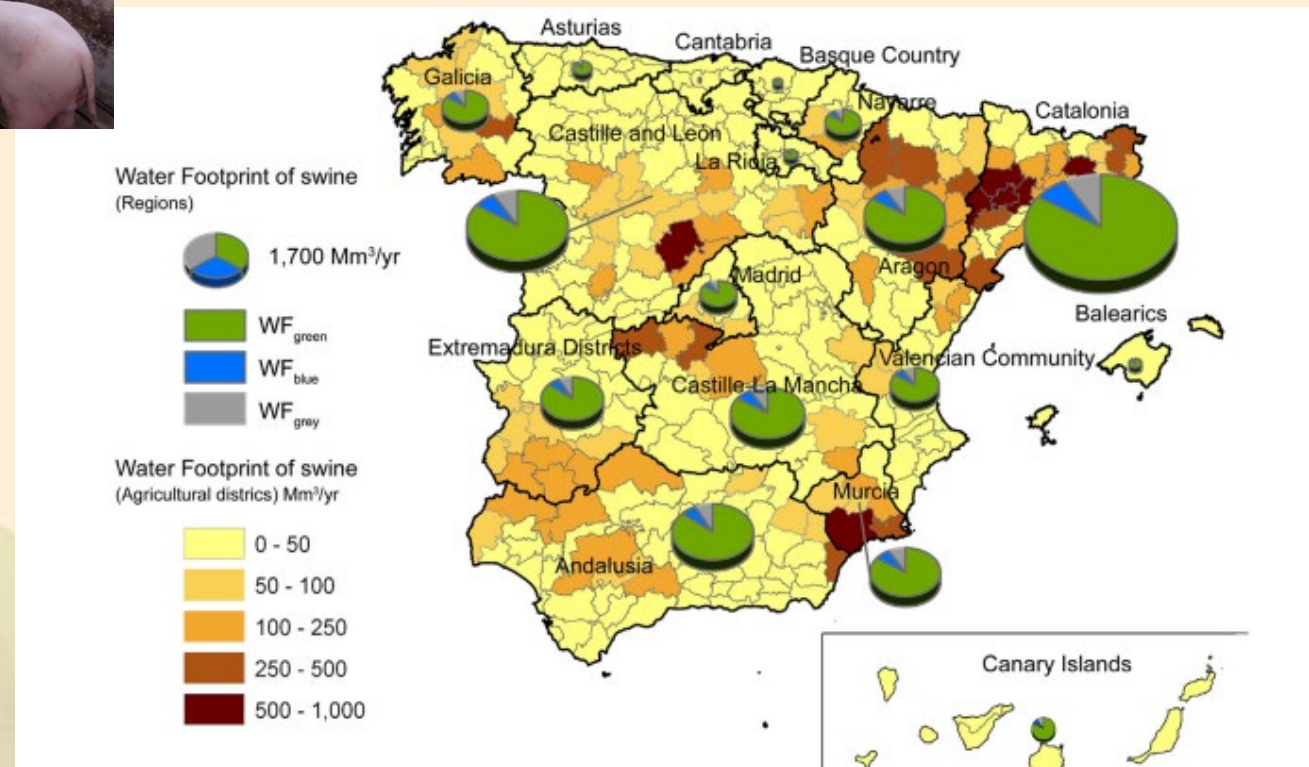
(estándar;
Hoekstra et al., 2012)

- Países importadores de ingredientes para piensos (China, UE)
→ huella hídrica deslocalizada (virtual), pero más impacto si gastan agua azul que verde (zonas húmedas).

Huella hídrica del porcino en España



Á. de Miguel et al. / *Ecological Indicators* 57 (2015) 465–474



50% de la huella hídrica del porcino español está en otros países.

Presión sobre acuíferos por agua de consumo y dilución de nitratos.

Presión sobre cuencas hidrográficas → regadíos para ingredientes de pienso.

¿Somos conscientes de los insumos consumidos para producir los cereales destinados a piensos? (1/2)

	Maíz Bretaña francesa	Maíz Aquitania francesa	Trigo francés
N mineral (kg/ha)	32	→ 189	→ 165
N orgánico (kg/ha)	210	46	10
P2O5 (kg/ha)	29	→ 67	26
Semilla siembra (kg/ha)	20	20	140
Pesticidas (kg ingredientes activos/ha)	1,04	→ 3,07	1,97
Gasoil (kg/ha)	85	82	83
Agua de riego (m3/ha)	0	→ 760	0
Rendimiento (kg/ha)	8.070	→ 8.820	6.010

Mosnier et al. (2011). Animal 5:12, 1972–1983

↑ N mineral en zonas con baja densidad ganadera.
 ↑ Superfosfato en zonas de suelos con pH ácido.
 ↑ rendimiento → ↑ consumo pesticidas.
 ↑ Agua de riego en zonas de menor pluviometría
 (valle del Ebro, 4.000-8.000m3 agua de riego/ha).

¿Somos conscientes de los insumos consumidos para producir los concentrados de proteína vegetal de un pienso? (2/2)

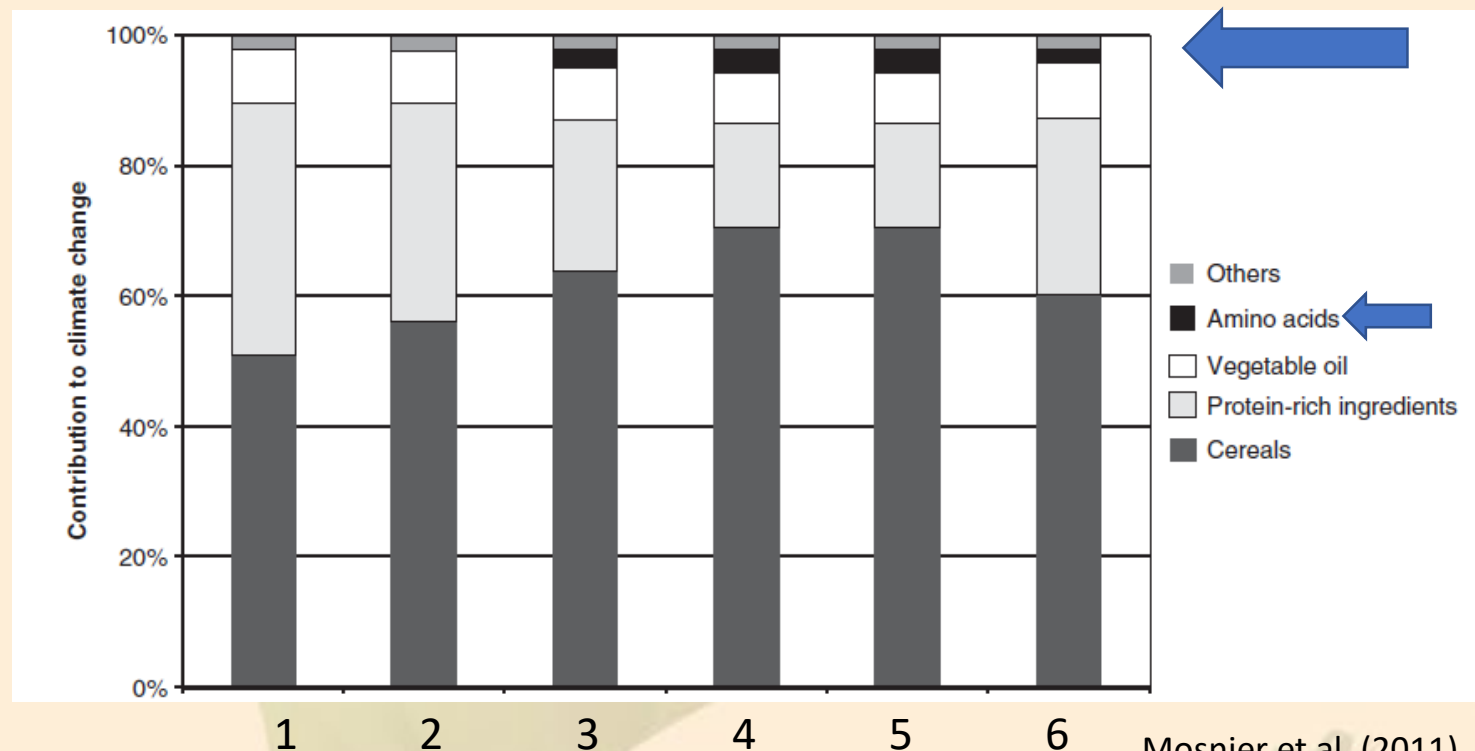
	Guisante francés	Harina de extracción de colza francesa	Harina de extracción de soja del Centro-Oeste Brasil	Harina de extracción de soja del Sur de Brasil
N mineral (kg/ha)	0	165	9	0
N orgánico (kg/ha)	0	16	0	5
P2O5 (kg/ha)	44	8	90	57
Semilla siembra (kg/ha)	240	3	55	50
Pesticidas (kg ingredientes activos/ha)	5,67	1,13	2,73	2,09
Gasoil (kg/ha)	89	92	80	67
Agua de riego (m3/ha)	88	0	0	0
Rendimiento (kg/ha)	3550	3040	2540	2300

Mosnier et al. (2011). Animal 5:12, 1972–1983

Además de combustibles fósiles del transporte hasta fábrica



Contribución al cambio climático de ingredientes y aditivos de 6 piensos de porcino con diferente nivel de AA sintéticos



Mosnier et al. (2011). Animal 5:12, 1972–1983

Los AA sintéticos tienen un alto impacto por tonelada pero en el conjunto del pienso compuesto contribuyen a reducir su impacto (bajo nivel de inclusión)

Impactos de diferentes piensos en función del origen de la soja y del objetivo de formulación

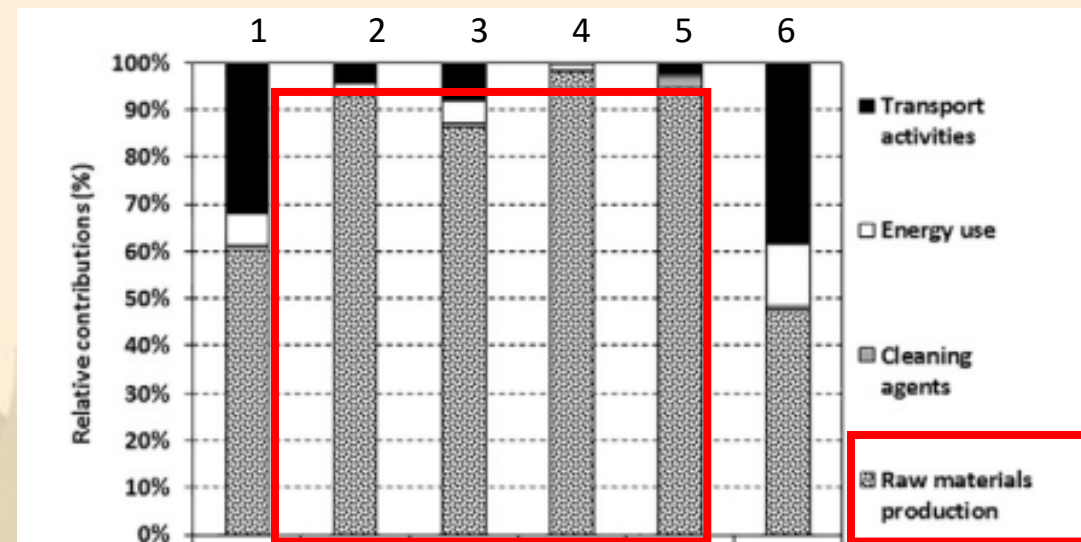
	Cambio climático (g eq-CO2/kg)	Eutrofización (g eq-PO4/kg)	Acidificación (g eq-SO2/kg)	Consumo energía (MJ/kg)	Ocupación de tierra (m2/kg)	Coste (€/kg)
Con soja de zona con riesgo de deforestación						
Mínimo coste	559	3,9	4,5	4,7	1,40	159
Mínimo cambio climático	503	4,6	4,2	4,4	1,53	165,2
Con soja sin riesgo de deforestación						
Mínimo coste	550	3,9	4,5	4,6	1,41	159
Mínimo cambio climático	490	4,6	4,1	4,3	1,53	165,8

- **Mínimo coste** (con incorporación de AA): ↓ eutrofización, independientemente del origen de la soja.
- **↓ Impacto de cambio climático (ajustando el origen de la soja):** ↓ impacto de acidificación y ↓ consumo de energía, pero ↑ otros impactos como la eutrofización y ocupación de tierra (**deforestación**).

Análisis de ciclo de vida (ACV) de la carne de cerdo

Sirve para estimar su impacto sobre el cambio climático

- ✓ La **producción de pienso** supone el **50-95%** de la **huella ambiental de un cerdo** (seguido de las operaciones de transporte).
- ✓ Hasta el momento, pocos estudios de ACV han considerado los ingredientes y nutrientes de las fórmulas de pienso.
- ✓ Permitirá a las empresas medir y comunicar su **comportamiento ambiental** → competitividad comercial?



1. Cambio climático
2. Acidificación
3. Eutrofización acuática terrestre
4. Eutrofización marina
5. Huella hídrica
6. Consumo combustibles fósiles

Andretta et al. (2021). <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.750733>

Noya et al. 2017 Sci. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.186>

Métodos para medir la huella ambiental → nuevos datos que necesitarán las fábricas de pienso:

- Cantidad de agua, tipo de laboreo de la tierra, cantidad de abono (mineral y orgánico; nitrógeno y fósforo) y cantidad de plaguicidas (por ingrediente activo), por hectárea y año.
- Consumos eléctricos y de combustibles fósiles en el procesado de materias primas, fabricación y traslado de piensos compuestos.



¿Reducimos el impacto con ingredientes más locales? **Sí**

Ingredientes (%)	Control	Local
Maíz	19,2	10,7
Trigo	36,0	29,5
Triticale	10,0	10,0
Cebada	5,5	12,3
Salvado de trigo	5,1	-
Guisante	10,0	20,0
Habín	-	10,0
Harina de extracción soja	8,4	-
Harina de extracción colza	1,1	5,0
Harina de extracción girasol	2,0	-
Aminoácidos sintéticos	0,47	0,47
Macrominerales	1,69	1,58
Corrector vitamínico-mineral	0,50	0,50
Fitasas (5000 FTU/g)	0,02	0,01



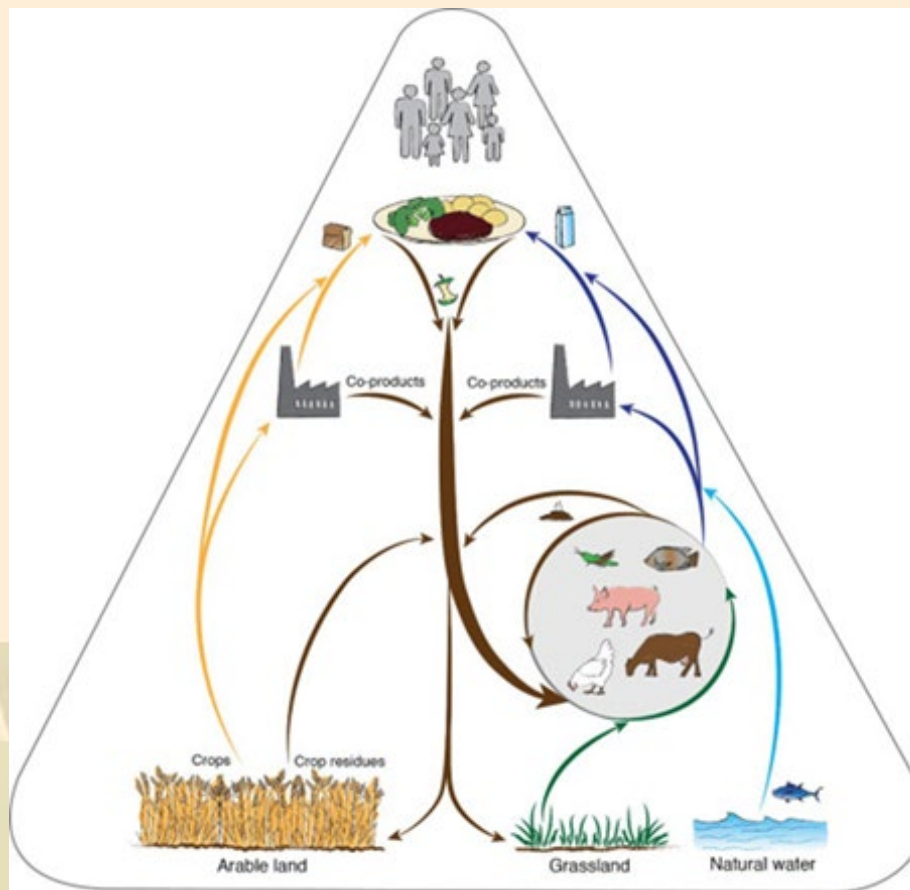
Impactos	Control	Local
Cambio climático (g CO2-eq/kg pienso)	518	338
Consumo de energía fósil-no renovable (MJ/kg pienso)	5,13	3,11
Acidificación (mmolc H+-eq/kg pienso)	9,3	7,5
Eutrofización (g PO3-4-eq/kg pienso)	4,08	3,95
Ocupación de tierra (m2 año/kg pienso)	1,43	1,61

- ✓ Las dietas con **leguminosas locales** tienen menor impacto sobre el cambio climático y consumen menos energía porque **no necesitan fertilización nitrogenada**.
- ✓ Sin embargo, como tienen **rendimientos bajos**, presentan mayor impacto de **ocupación de tierra** que los cereales.

Concepto de economía circular en alimentación porcina

Superficie agraria útil → alimentos para humanos

Biomasa no aprovechable de esos cultivos y superficie no cultivable → alimentación animal



Estiércoles y subproductos vegetales → fertilidad del suelo

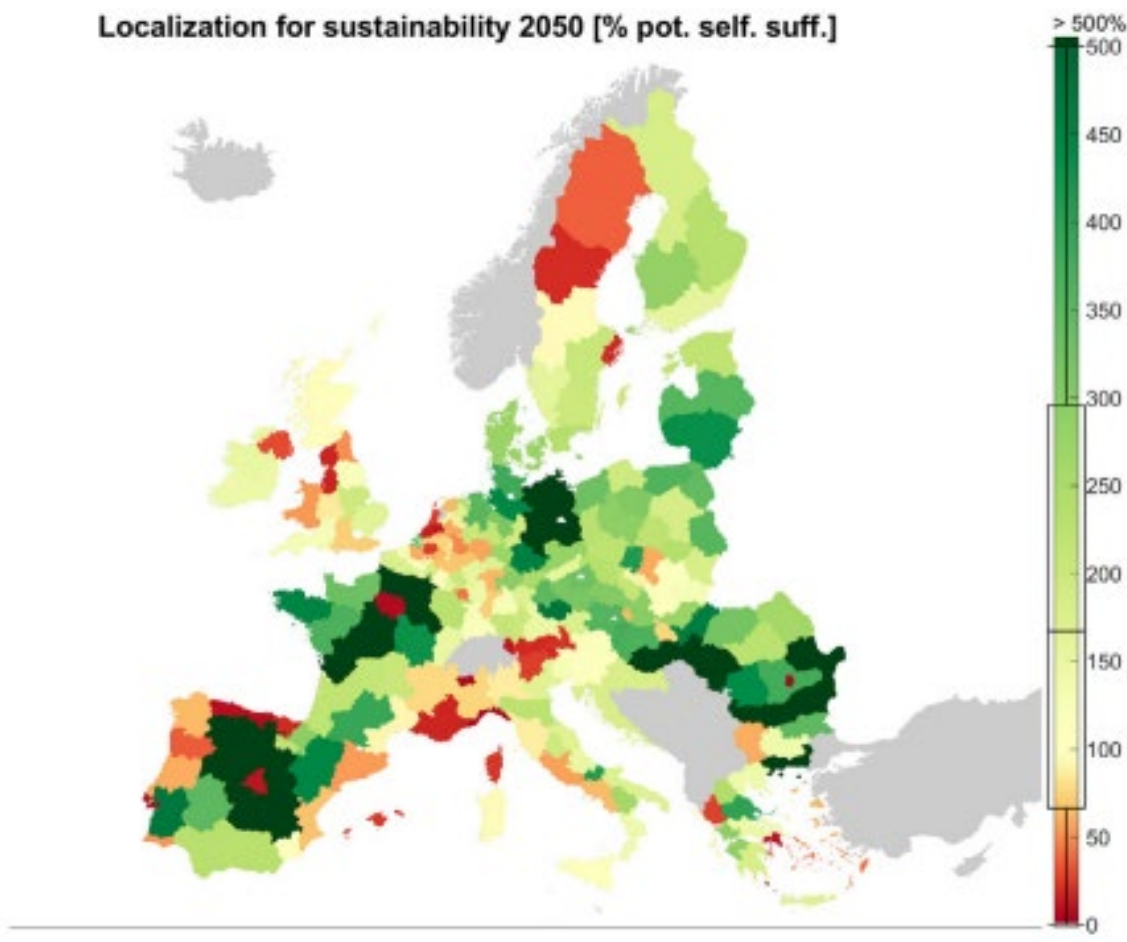
(Van Zanten et al., 2019)

Objetivo: reciclaje de nutrientes, animales contribuyen a un sistema alimentario circular, alimentando de forma sostenible a la población humana.

Capacidad potencial de la tierra cultivable en Europa

(Ratio entre área necesaria para cubrir la demanda regional y área disponible)

Localization for sustainability 2050 [% pot. self. suff.]



Science of the Total Environment 847 (2022) 157612



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Agroecological practices in combination with healthy diets can help meet EU food system policy targets



Elin Rööß^{a,*}, Andreas Mayer^b, Adrian Muller^c, Gerald Kalt^b, Shon Ferguson^{d,e}, Karl-Heinz Erb^b, Rob Hart^d, Sarah Matej^b, Lisa Kaufmann^b, Catherine Pfeifer^c, Anita Frehner^c, Pete Smith^f, Gerald Schwarz^g

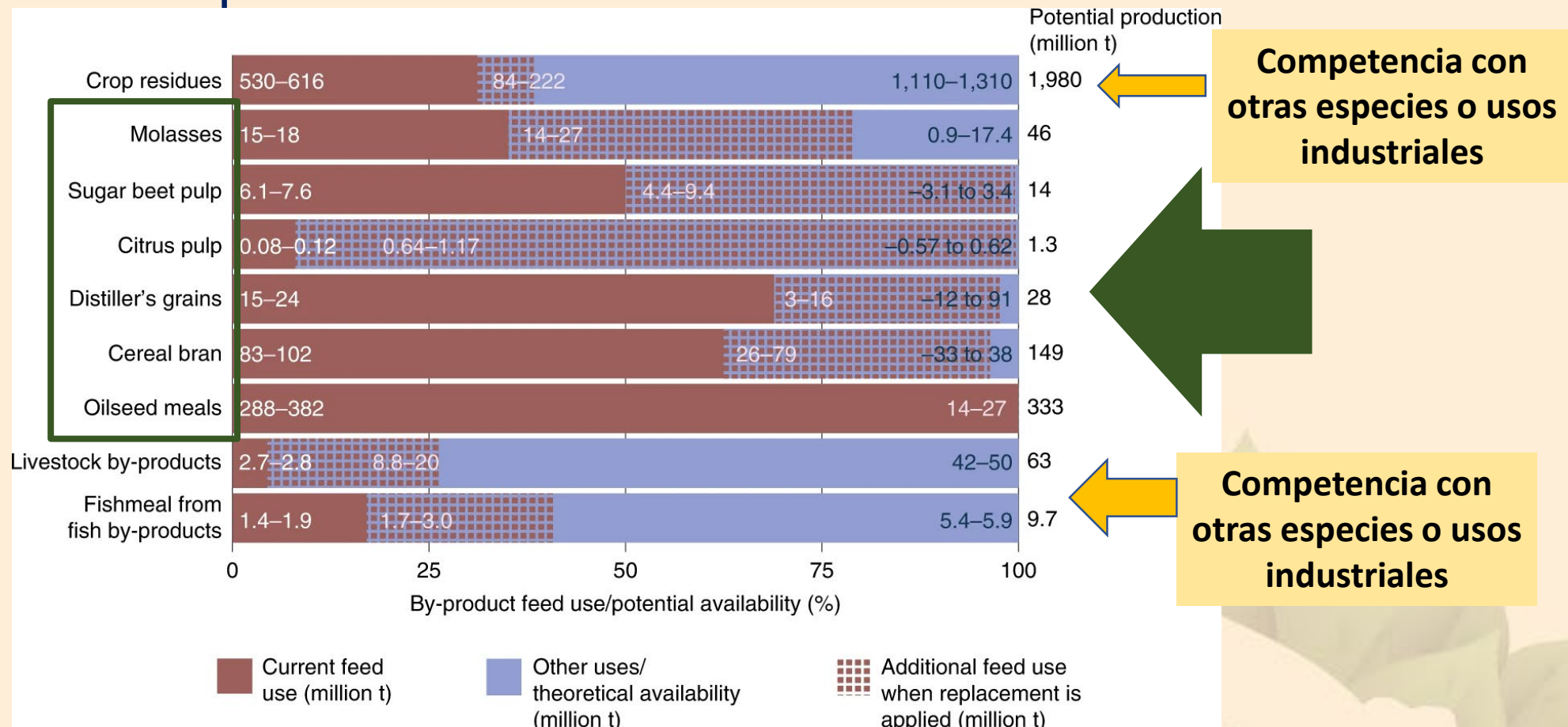
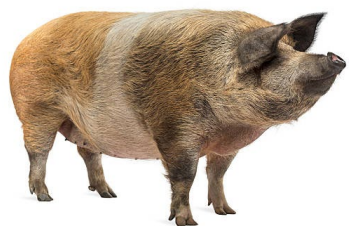
Intensificación sostenible 2050: mantener censos ganaderos, ↓ consumo de productos animales y ↓ desperdicio alimentario

- Reducción calentamiento global, emisiones amoniaco, uso antibióticos, mejora biodiversidad.
- No se consigue reducir el uso pesticidas y fertilizantes.

**↓ superficie de cereales
↑ superficie de oleaginosas**

Uso actual (color rojo) y disponibilidad teórica (color morado) de subproductos de alimentación humana

Papel del cerdo como reciclador de desperdicio y omnívoro



[Food system by-products upcycled in livestock and aquaculture feeds can increase global food supply | Nature Food](#)

Sändstrom et al. (2022) <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00589-6>

Oleaginosas: Si no existe deforestación ni uso excesivo de pesticidas, el impacto ambiental de la parte no aprovechable por el humano se puede considerar nulo, ya que las harinas de extracción y las cascarillas no compiten con la alimentación humana



Journal of Cleaner Production

Volume 240, 10 December 2019, 118241



Accounting for feed-food competition in environmental impact assessment: Towards a resource efficient food-system

O. van Hal ¹, A.A.A. Weijenberg ¹, I.J.M. de Boer, H.H.E. van Zanten

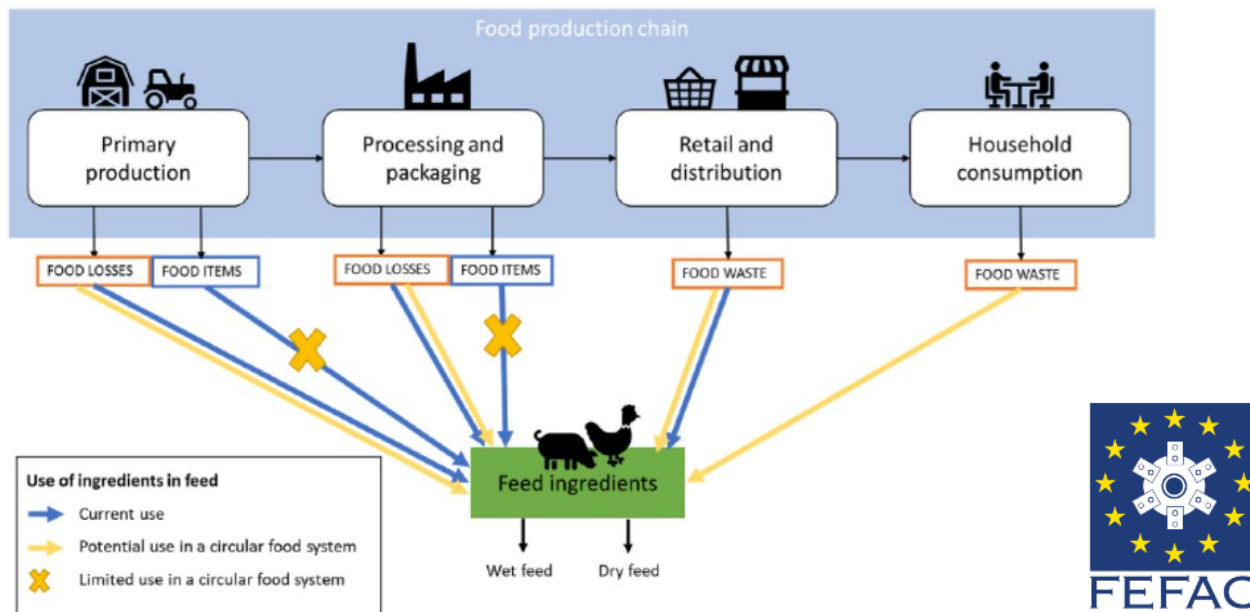
Oil extraction process		Economic value		Allocation	
Input	Output	(€/kg)	(€/kg seed)	Economic	Food-based
1 kg seed	Oil: 285 g	1,68€ (0,48/0,285)	0,48€ (0,6x0,8)	80%	100%
	Meal: 350 g	0,34€ (0,12/0,35)	0,12€ (0,6x0,2)	20%	0%
	Hulls: 350 g	€ 0.00	€ 0.00	0%	0%
		0,60€/kg			

35% del peso de la semilla
<20% del valor económico pero ningún valor alimentario

↑ Uso de co-productos de alimentación humana en los piensos de porcino

I.J.M.M. Boumans et al.

Journal of Cleaner Production 378 (2022) 134623



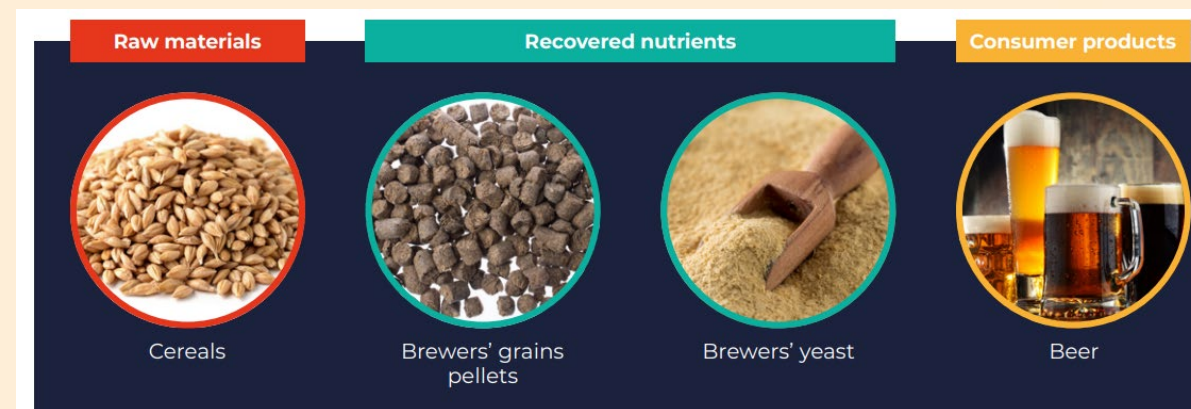
Limitantes:

1. Temporalidad y/o proximidad geográfica a industrias de alimentación humana.
2. Humedad de algunos productos.
3. Restos de envases o ↓ calidad microbiológica.



- **Co-productos RICOS EN PROTEÍNA de:**
-**Elaboración cerveza**

- Bagazo de cerveza
- Levadura de cerveza



- Molienda húmeda de extracción de almidón para alimentación humana y de etanol para la producción de licores y biocombustible**

- Gluten feed y DDGS (granos y solubles de destilería)
- Proteína de trigo y patata



- **Fermentaciones microbianas** para obtención de aditivos purificados → biomasa microbiana (↑PB)
- **Bio-refinado de hierba** para secuestro de carbono y nitratos → concentrado de PB apto para monogástricos.



[Fact-Sheet-5-Grass-Protein-Concentrate-as-Pig-Feed.pdf](https://biorefineryglas.eu/Fact-Sheet-5-Grass-Protein-Concentrate-as-Pig-Feed.pdf) (biorefineryglas.eu)



Ingredientes de origen animal

Subproductos de matadero

- **Co-productos de la obtención de gelatina y colágeno de huesos y piel**

- Grasas animales
- Fosfato bicálcico

- **Otros co-productos de matadero**

- Proteínas animales procesadas (sólo de aves)
- Grasas animales
- Plasma seco
- Hidrolizados de mucosa intestinal



¿Hacia dónde vamos?

Formulación de piensos por programación lineal multiobjetivo

Se necesitará aplicar más de una función objetivo

1. Mínimo coste:

Mín coste (€/Tm kg pienso) = $\text{precio}_1 x_1 + \text{precio}_2 x_2 + \dots + \text{precio}_n x_n$

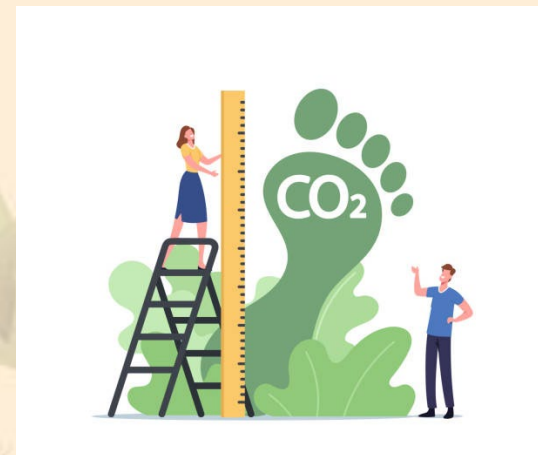
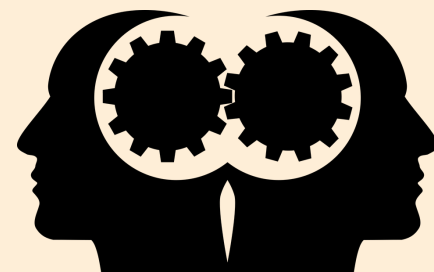
- Precio_n = precio de ingrediente n (€/Tm ingrediente)
- X_n = proporción de ingrediente n (kg ingrediente/Tm de pienso)

2. ¿Y si buscamos el mínimo impacto (GHG, uso energía, uso tierra...)?

Mín GHG (eq CO₂/kg pienso) = $\text{GHG}_1 x_1 + \text{GHG}_2 x_2 + \dots + \text{GHG}_n x_n$

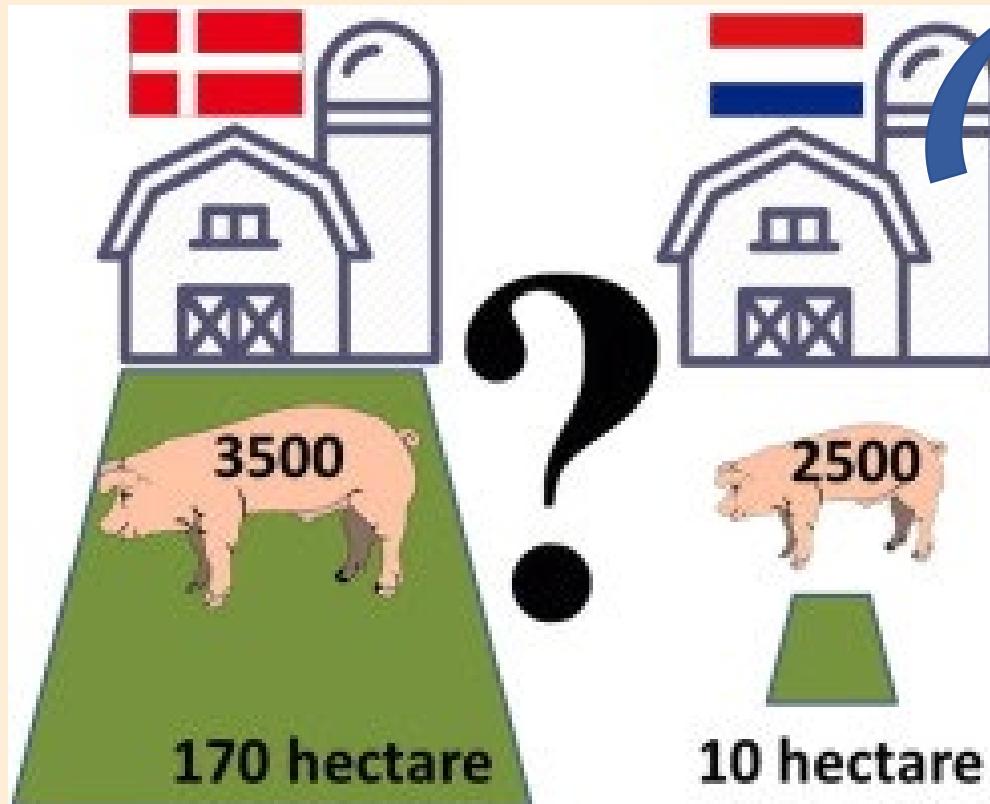
Restricciones (nutrientes requeridos, límites de incorporación)

- $\text{EM1 } x_1 + \text{EM2 } x_2 + \text{EM3 } x_3 + \dots + \text{EMn } x_n =$
- $\text{Lys1 } x_1 + \dots + \text{Lysn } x_n \geq$
- $\text{Ca1 } x_1 + \dots + \text{Can } x_n > \leq$
- $X_1 \leq \text{límite de incorporación (\%)}$
- $X_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n \geq 0$



¿Está correctamente integrada la ganadería en el entorno agrícola?

Ej. Base territorial de las granjas porcinas medias de cebo en Dinamarca y Países Bajos



Problema para la gestión del “excedente” de purines y la provisión de ingredientes para piensos



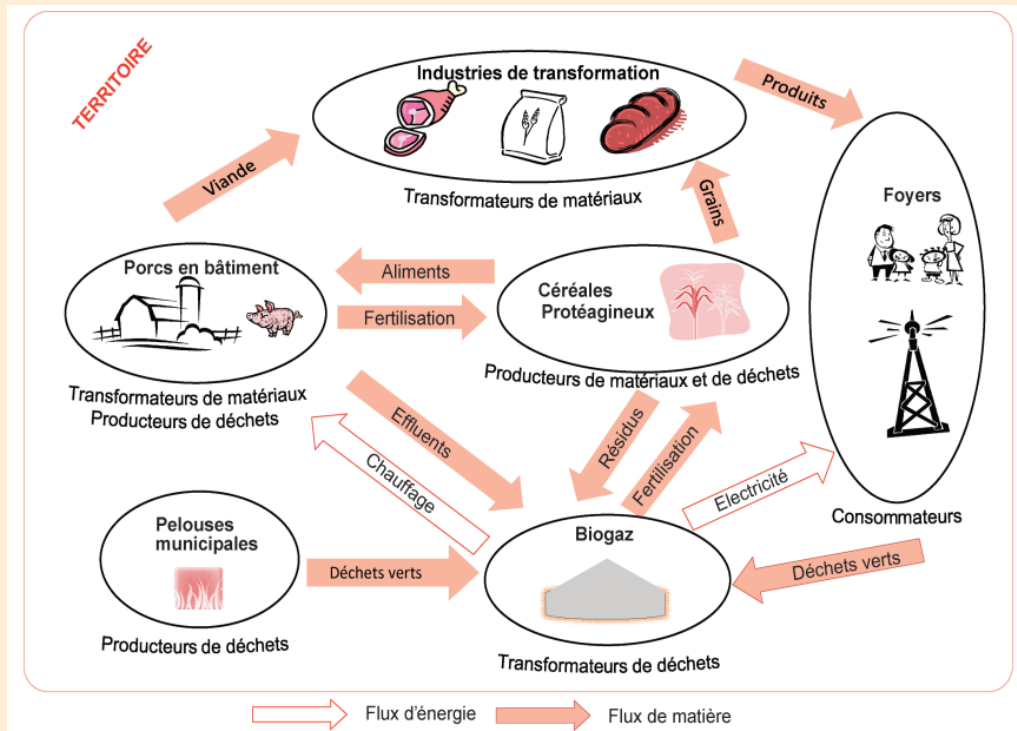
[Why Danish pig farms have far more land and pigs than Dutch farms? Implications for feed supply, manure recycling and production costs – ScienceDirect](#)

Agricultural Systems 144, 2016, 122-132

¿Por qué podría interesar trabajar colectivamente con los agricultores del territorio?

Aplicación de la ecología 'industrial' a la producción agroganadera

1. Capacidad de autoabastecer a los animales (autonomía alimentaria)
2. Materia orgánica y minerales para la fertilidad del suelo



(Lairez et al., 2017)



(Ryschawy et al., 2022)

¿Qué podemos cultivar en nuestro territorio para una mayor circularidad de los ingredientes de piensos de porcino?

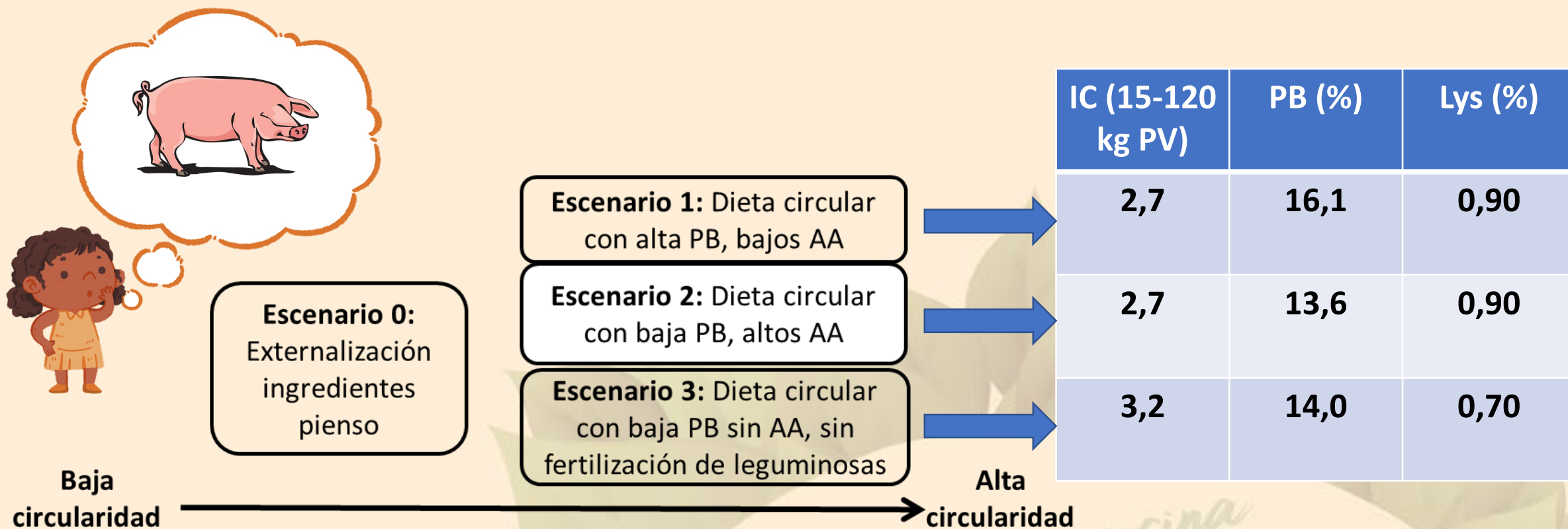
Desarrollo de un caso de estudio

- **Logística** → 2 épocas del año (enero-junio vs. julio-diciembre)
- Proporción de tierras en secano y regadío → **Rendimientos de cultivos**

	Cereales grano			Leguminosas			Oleaginosas no leguminosas		x → Ciclo de alfalfa no apto para aprovechamiento		
				Maíz/Sorgo							
				Arroz							
				Girasol							
				Soja							
Cebada/Centeno/Trigo											
Colza											
Guisante/Haboncillo											
x	x	x	x	Alfalfa para henificado/deshidratado/granulado					x	x	x
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre

¿Qué nivel de insumos adicionales → AA sintéticos?

¿Qué necesidades de nutrientes defino para mis cerdos?



¿Qué ingredientes podrían tener las dietas para responder a las necesidades de nutrientes (60-120 kg PV)?

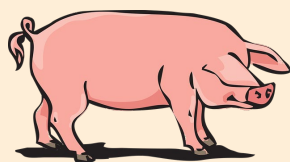
DIETA ENERO-JUNIO

DIETA JULIO-DICIEMBRE

Ingredientes (%)	Alta PB bajos AA	Baja PB altos AA	Baja PB sin AA
Maíz grano	49,8	61,3	56,7
Salvado de arroz	23,8	19,9	21,2
Haba de soja	23,8	14,9	19
Carbonato cálcico	1,1	1,2	1,3
Fosfato bicálcico	0,3	0,8	0,7
Sal marina	0,5	0,5	0,5
L-Lisina 50% (liquida)	0,2	0,61	
L-Treonina	0,02	0,13	
DL-Metionina	0,01	0,09	
L-Triptófano		0,04	
Corrector Vit-min-enzimas	0,5	0,5	0,5

Ingredientes (%)	Alta PB bajos AA	Baja PB altos AA	Baja PB sin AA
Cebada	23,1	37,5	31,5
Trigo	24,6	33,6	24,5
Centeno			4,0
Habín	10,3		
Guisante	24	14,1	21,1
Harina de colza	10	6,6	10
Granulado alfalfa	5,7	4,7	6,1
Carbonato cálcico	0,8	1	1
Fosfato bicálcico	0,4	0,6	0,8
Sal marina	0,5	0,5	0,5
L-Lisina 50% (liquida)	0,09	0,65	
L-Treonina	0,01	0,14	
DL-Metionina	0,07	0,14	
L-Triptófano		0,02	
L-Isoleucina		0,01	
Corrector Vit-min-enzimas	0,5	0,5	0,5

¿Qué cantidad de tierra necesitamos para alimentación y purines?



Plazas de cerdos/ha



Alta PB bajos AA

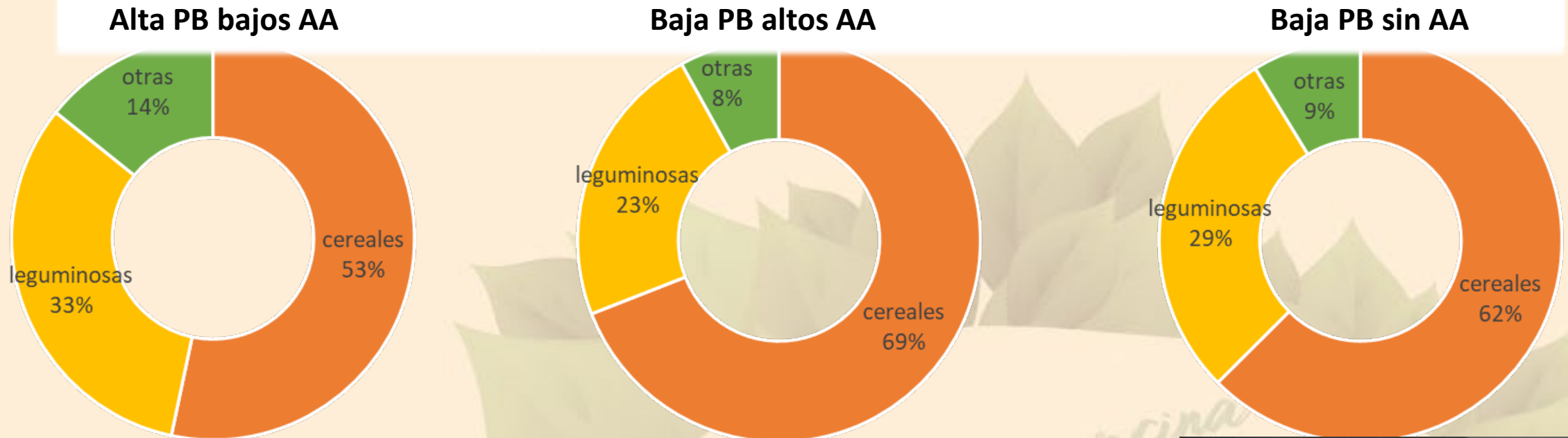
Baja PB altos AA

Baja PB sin AA

Plazas cebadero	Tierra alimento (ha)	N purín (kg/plaza)	Tierra purín (ha)
3800	716,7	7,0	158,1
3800	648,0	5,6	124,3
3800	768,0	6,0	133,7

¿Cómo se reparte el mosaico de cultivos al formular dietas circulares para porcino?

Interés de las leguminosas para fijación de N atmosférico y reducir aportes de N al suelo (no necesitan tanta fertilización N).

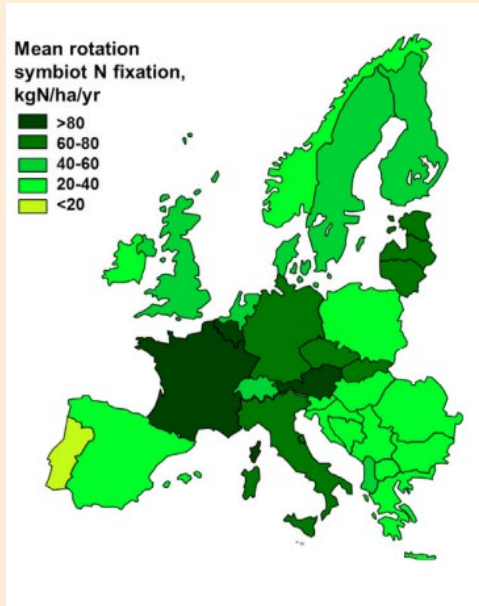


Equipos para eliminar factores antinutritivos de oleaginosas, ej. prensa-extrusor de soja



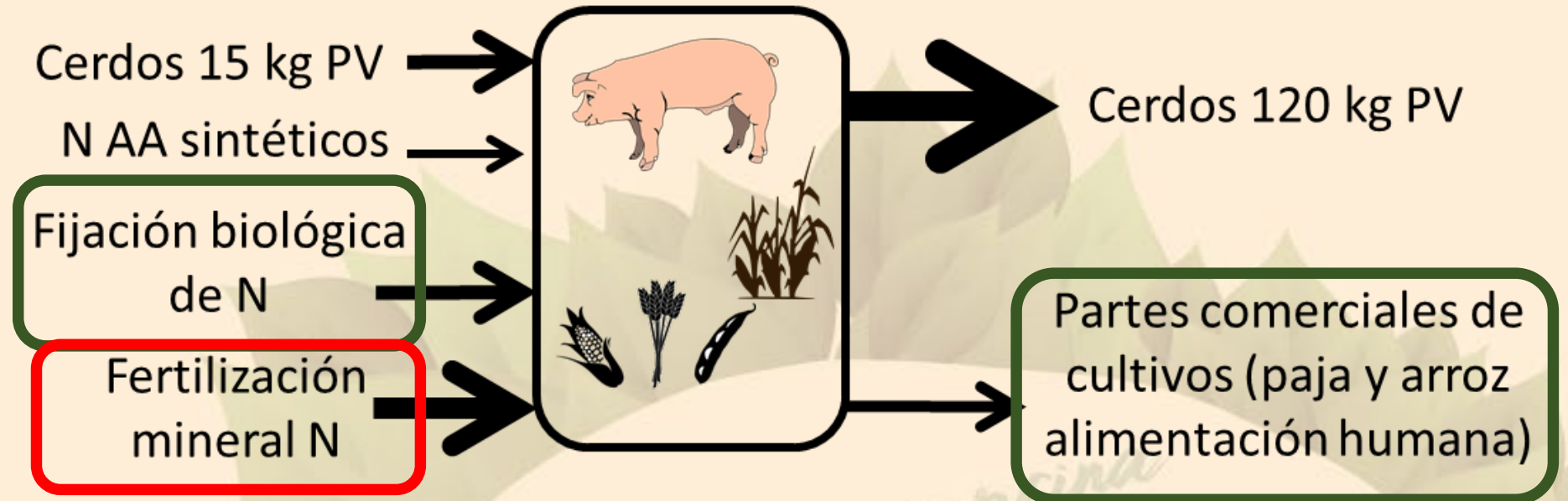
Balance completo de N en la granja porcina

Será necesario incluir el N externo “gastado” para producir el alimento



Billen et al. (2021)

<https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.05.008>



La comercialización de partes de cultivos que den lugar a subproductos para alimentación porcina mejorará el balance de N

¿Es sostenible un modelo de granja porcina circular?

Nitrógeno como recurso limitante y contaminante potencial del medio

Qué extracciones de N para los cultivos de la zona?

	Ingredientes externos	Alta PB bajos AA	Baja PB altos AA	Baja PB sin AA
Índice de saturación (IS) de nitrógeno	0,0	-62,7	-67,7	-71,1
Exceso de N (Ninputs – Noutputs) (kg/ha/año)	282,7	16,2	34,5	30,9
Eficiencia de uso del N (Noutput/Ninput)	0,24	0,77	0,62	0,63



Mayor dependencia del N mineral → RIESGO de no compensar las entradas de N al sistema

IMPACTO	Indice Saturación (%)
Compatible	IS < -50
Moderado	-50 < IS < 0
Severo	0 < IS < 50
Crítico	IS > 50



¿Cómo se evaluará la sostenibilidad de las granjas del futuro?

Considerar su dimensión económica, ambiental y social

- Circularidad en alimentación y reciclaje de nutrientes.
- Exposición a pesticidas.
- Fertilizantes orgánicos y leguminosas para salud de suelos.
- Diversidad de cultivos para servicios ecosistémicos.
- Nutrición de l@s trabajador@s.
- Liderazgo de mujeres.



Core criteria of performance	Results	Traffic light approach
Secure land tenure	No document but perception of secure land tenure	Acceptable
Productivity	USD 9,460/ha/year (Thailand average: 1,678) USD 10,915/FWU/year (Thailand average: 3204)	Positive
Income	USD 9,460/FWU/year (Thailand average: 3204)	Positive
Value added	USD 6744/ha/year (Thailand average: 2036)	Positive
Exposure to pesticides	Use of pesticides of class II (moderately toxic) with less than 4 mitigation strategies	Unsustainable
Dietary diversity	Minimum Dietary Diversity for Women 8/10	Positive
Women's empowerment	A-WEAI score 0.849	Positive
Youth employment	No young people in the household	N/A
Agricultural biodiversity	Gini-Simpson index 54.7%	Acceptable
Soil health	data not collected	N/A

Conclusiones

- Cambio de paradigma en el sector porcino del futuro: actividad económica, **social y medioambientalmente responsable**.
- En las **MTD** ligadas a la **alimentación**, considerar siempre los **datos productivos** de las granjas.
- La **formulación de piensos** del futuro requerirá optimizar por precio pero también por **atributos de impacto ambiental** (carbono, tierra, agua, energía).
- “Abrir la mente” a ‘**nuevos**’ **ingredientes y límites de inclusión** para fomentar la circularidad: necesidad de incluir **subproductos** aunque no sea al mínimo coste.
- Será necesario fomentar localmente **cultivos** adaptados a las necesidades del porcino para aumentar la **circularidad** y minimizar el impacto sobre el territorio.
- El futuro nos lleva hacia una **certificación** de los **ingredientes** de la alimentación porcina para asegurar sus principios de sostenibilidad.