

**nutri**  
**FORUM**



# Economía de costes

***Gonzalo G. Mateos***  
*Doctor en Producción Animal*

Ponencia  
patrocinada por:





## Gonzalo G. Mateos

Doctor en Producción Animal de la Universidad de Madrid, Doctor en Ciencias Veterinarias de la Universidad de Barcelona y Doctor en Ciencia Animal (Avícola) de la Universidad Estatal de Iowa. Ha trabajado para la Industria, tanto en España como en Estados Unidos. Actualmente es profesor de Ciencia Animal en la Universidad de Madrid. Ha publicado más de 120 artículos en Revistas SCI y ha impartido más de 450 seminarios, conferencias y comunicaciones en congresos internacionales. Fue redactor jefe de la revista Scientific Animal Science and Technology (2005-2013) y actualmente es miembro del Consejo Editorial Editorial Board of Poultry Science and Animal Feed Science and Technology.





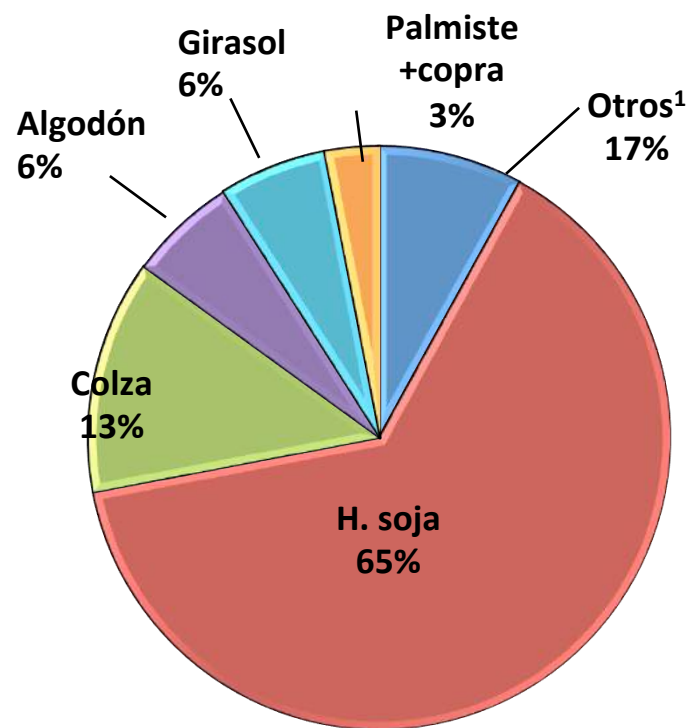
# Proteínas animales

## Producción mundial, x 10<sup>6</sup> t

	2014	2015	2050
Vacuno	68	68	107
Aves	110	112	202
Porcino	118	119	150
Acuicultura	74	78	114
Leche	789	806	1.120
Total	1.159	1.182	1.693

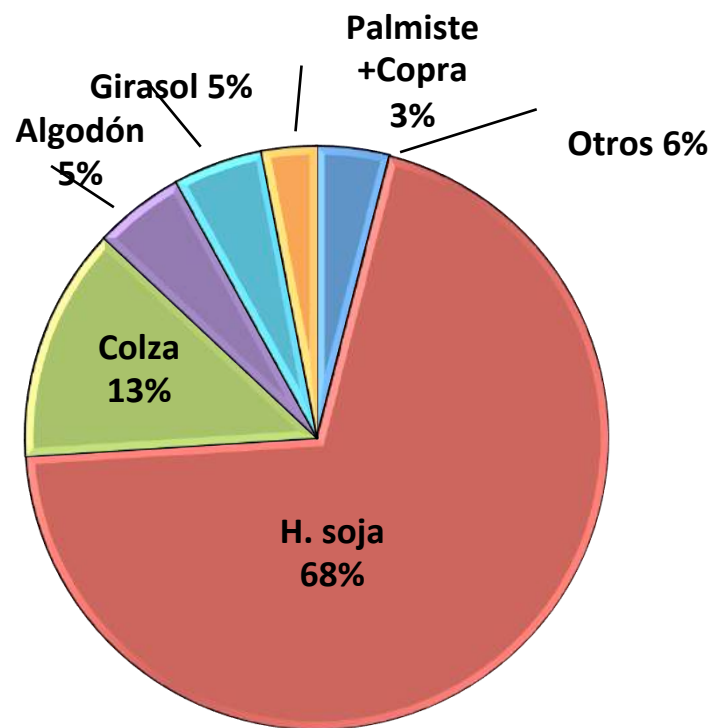
# Suministro mundial, % total

## Materias primas proteicas



1999/2002

<sup>1</sup>Pescado, cacahuete, etc

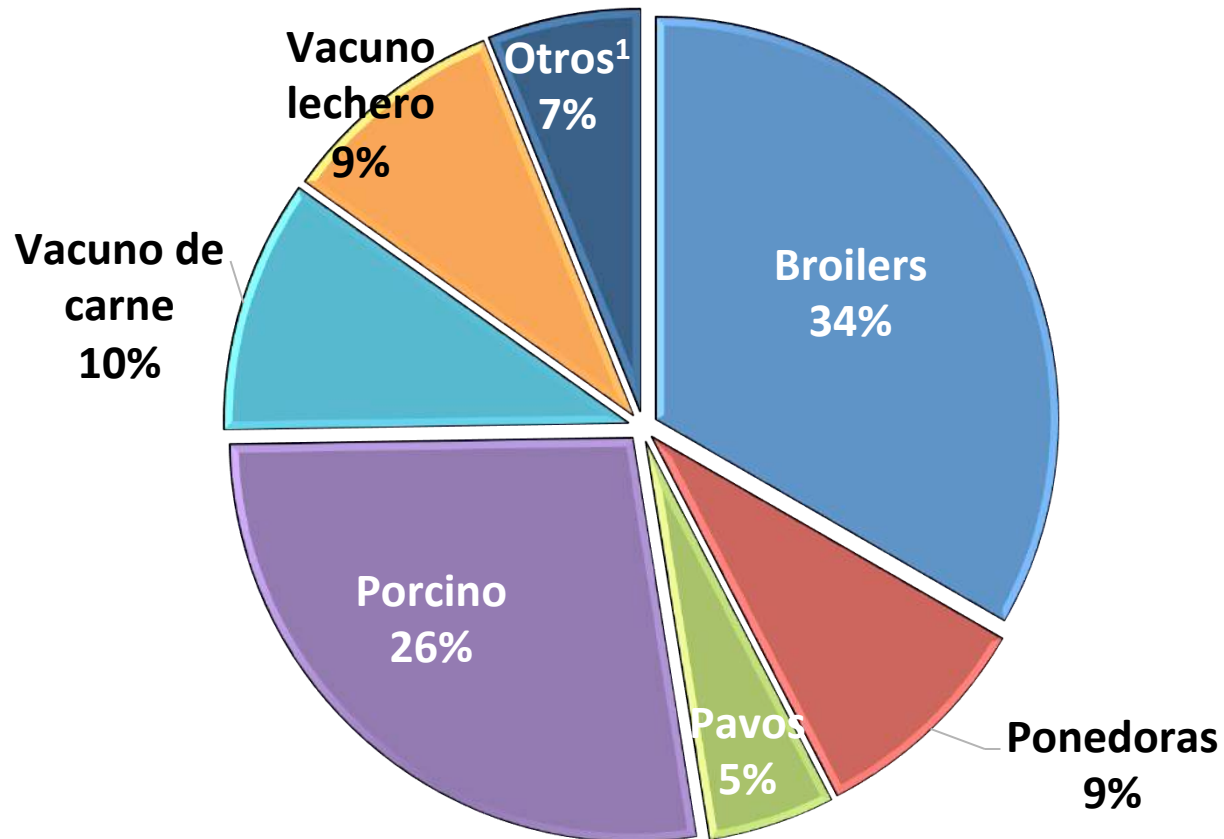


2014/2016

Total: 310 Mt

# Producción mundial de pienso

## Especies (2016)



**Total: 1000 Mt**

<sup>1</sup>Acuicultura (4%), mascotas (2%), caballos (1%)



# Harina de soja en piensos

## Importancia según especie



Pavos

Broilers

Lechones < 30 kg

Ponedoras

Cerdas lactación

Pollitas

Cerdos cebo

Cerdas gestantes

Vacuno carne

Vacuno lechero

Hna soja  
(% pienso)

Necesidades  
nutricionales  
(kg pienso)





## Población mundial, 2016/17

- ✓ Países desarrollados 1.000 M
  - ✗ USA, UE, Japón, Oceanía
- ✓ Países en vías de desarrollo 4.000 M
  - ✗ China, India, Europa Este, Lat. América
- ✓ Países subdesarrollados 2.000 M
  - ✗ Bangladesh, África, Corea del Norte, Centro América



# Producción mundial

## Carne vs. soja/cereal

- ✓ Aumentará el consumo de carne (2-3% anual?)
  - ✗ A más ingresos  $\Rightarrow$   $\downarrow$  consumo de vegetales
  - ✗ Urbanitas vs. campo
- ✓ Será limitante la producción de soja/cereal?
  - ✗ Legislación (OGM)
  - ✗ Rendimientos productivos decrecientes
  - ✗ Disponibilidad de tierras de cultivo
- ✓ “Necesidades sociales”
  - ✗ Extensificación de la producción ganadera?





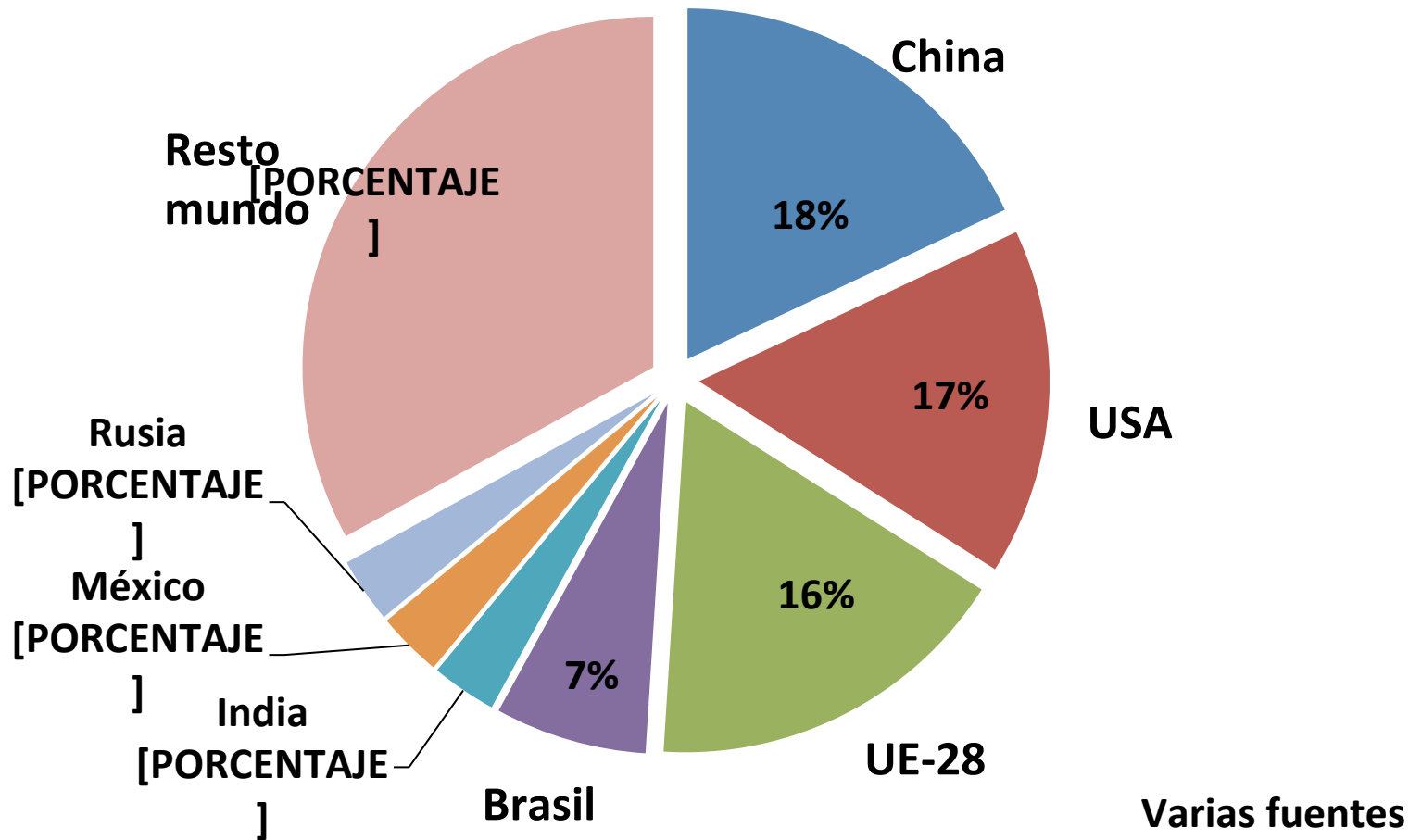
# Demanda de soja y cereales



- ✓ Crecimiento de la población mundial
  - ✗ ↑ Países en vías de desarrollo
- ✓ Aumento del dinero disponible
  - ✗ Crecimiento del PIB: 5-10% en países claves
  - ✗ Sustitución de proteína vegetal
    - 1 kg carne = 4 a 10 kg cereal
- ✓ Substitutivo de las energías fósiles
  - ✗ 40% del maíz USA se destina a etanol
  - ✗ 20% aceite mundial se destina a biodiesel
- ✓ Precio del pienso ligado al precio del petróleo

# Producción mundial de piensos

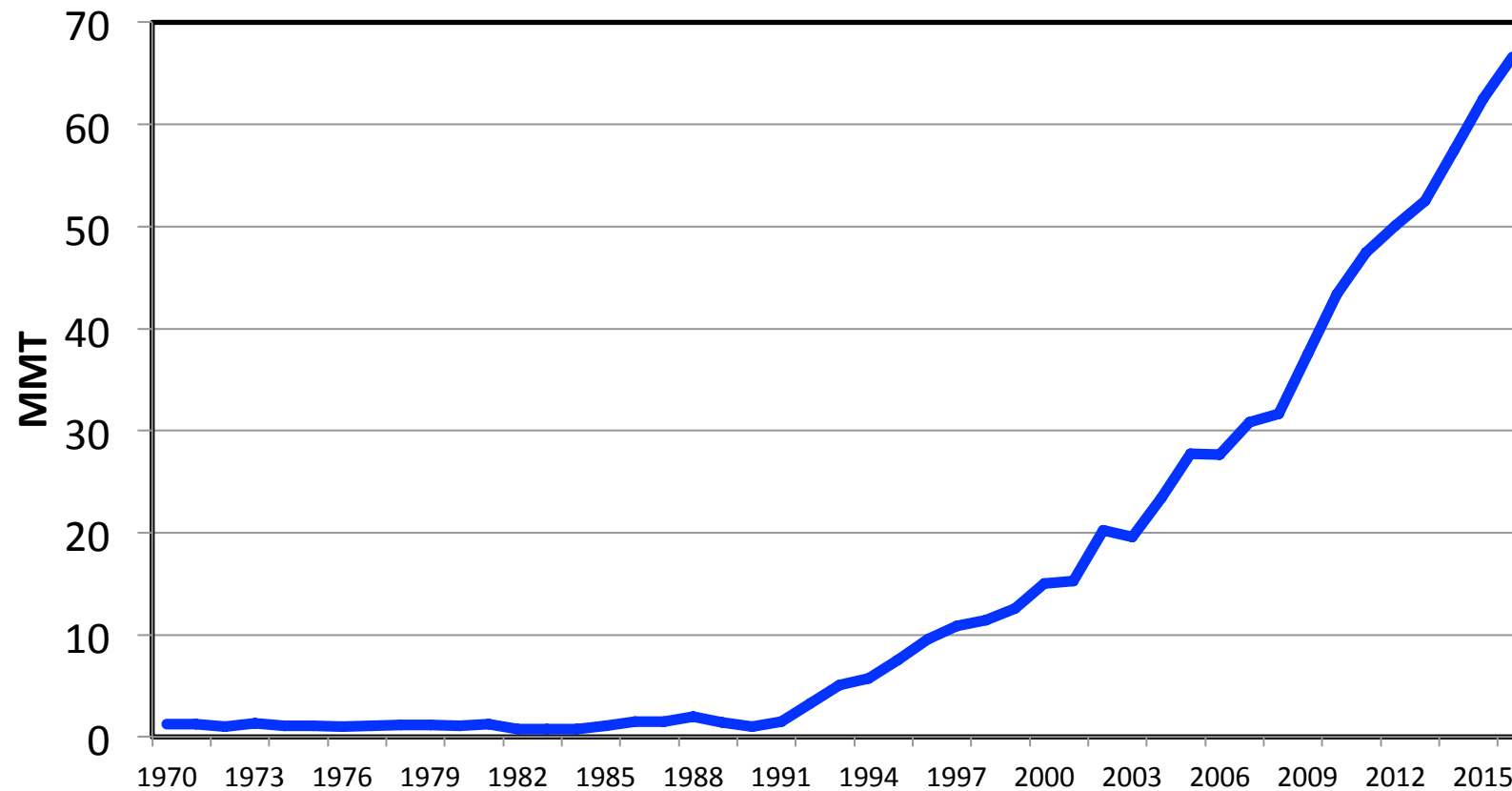
Total mundial: 1.000 Mt



# Consumo de harina de soja.

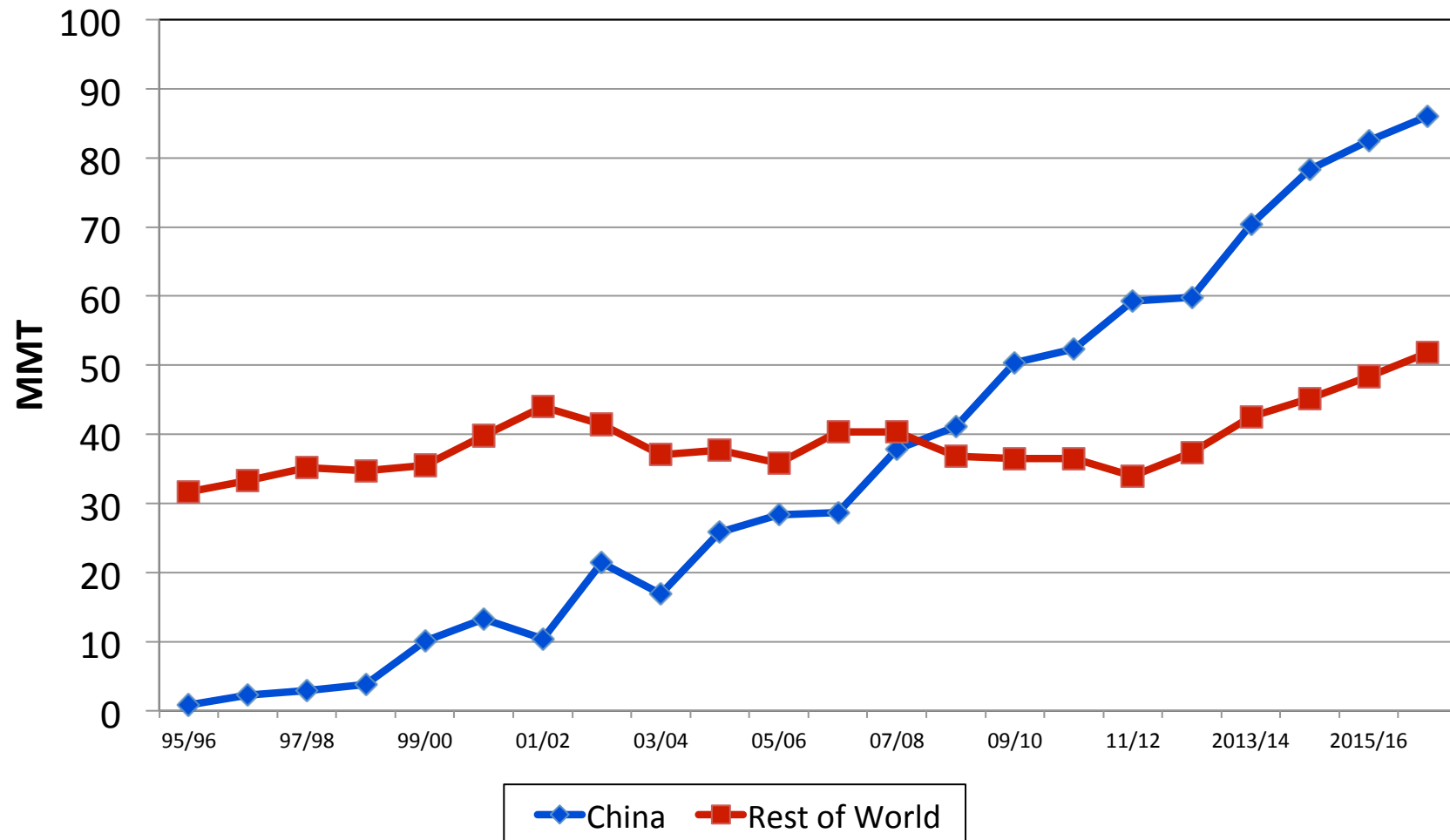
## China

### Forecast, 2016/17





## Importación de habas de soja - China vs. resto del mundo





## Consumo harina de soja - MT x 10<sup>6</sup>

País	Año		%
	2011/2012	2015/2017	Cambio
China	47,4	60,6	29
UE-28	29,7	30,8	4
USA	28,6	29,7	4
Brasil	14,1	15,6	11
México	4,4	5,4	23
Vietnam	3,3	5,7	73
India	3,3	5,8	76

Varias fuentes, 2016



## Problemática futura - Desarrollo humano

- ✓ La población de China (1.450 M), **India** (1.300 M) e Indonesia (320 M) no para de crecer
  - ✗ Su PIB aumenta (5-8% anual en últimos 10 años)
  - ✗ El consumo de carne en estos países es bajo
  - ✗ El consumo de dos pollos extras/habitante/año precisa 16 Mt de carne “bruta”
  - ✗ Pienso necesario  $\approx$  48 MTm (> España y Alemania)
- ✓ Problema similar con todos los insumos
  - ✗ Minerales (Cu), energía, instalaciones portuarias



## Aumento de la producción - Habas de soja (t/ha)

- ✓ Mejorar las prácticas de cultivo
  - ✗ Rusia, Ucrania, Rumanía, etc
  - ✗ Mejoras en rendimiento anuales decrecientes?
- ✓ Utilización de OGM
  - ✗ Mejora del 10%
  - ✗ Legislación restrictiva
- ✓ Cultivar más tierras?

¿Qué ocurrirá en el año 2050?



# Producción habas de soja

## Tierra adicional disponible

- ✓ No hay mucho donde “mejorar”
  - ✗ Amazonas y Malasia vs. deforestación
  - ✗ Argentina y Brasil vs. vacuno extensivo
- ✓ ↓ Área disponible en países desarrollados
  - ✗ Urbanización de terrenos fértiles
  - ✗ Cuenca del Mississipi, Holanda,...
  - ✗ España: Urbanización de los valles de los ríos
- ✓ Nuevas fuentes proteicas?





Brasil  
Amazonía



**Singapore, 2015**

**“Haze”**



# Malasia

**Aceite de palma**

**Segunda fuente de ingresos  
por explotación, Indonesia**



Malasia

Tras ligera lluvia



# Cultivo de habas de soja: OGM



- ✓ Producción > 10%: coste: < 10%
- ✓ Control de malas hierbas
- ✓ Ahorro en trabajo, **productos** químicos y maquinaria
- ✓ Maquinaria más barata
- ✓ ↓Erosión y ↑ Materia orgánica

Haba de soja estándar



Haba de soja Round-up Ready

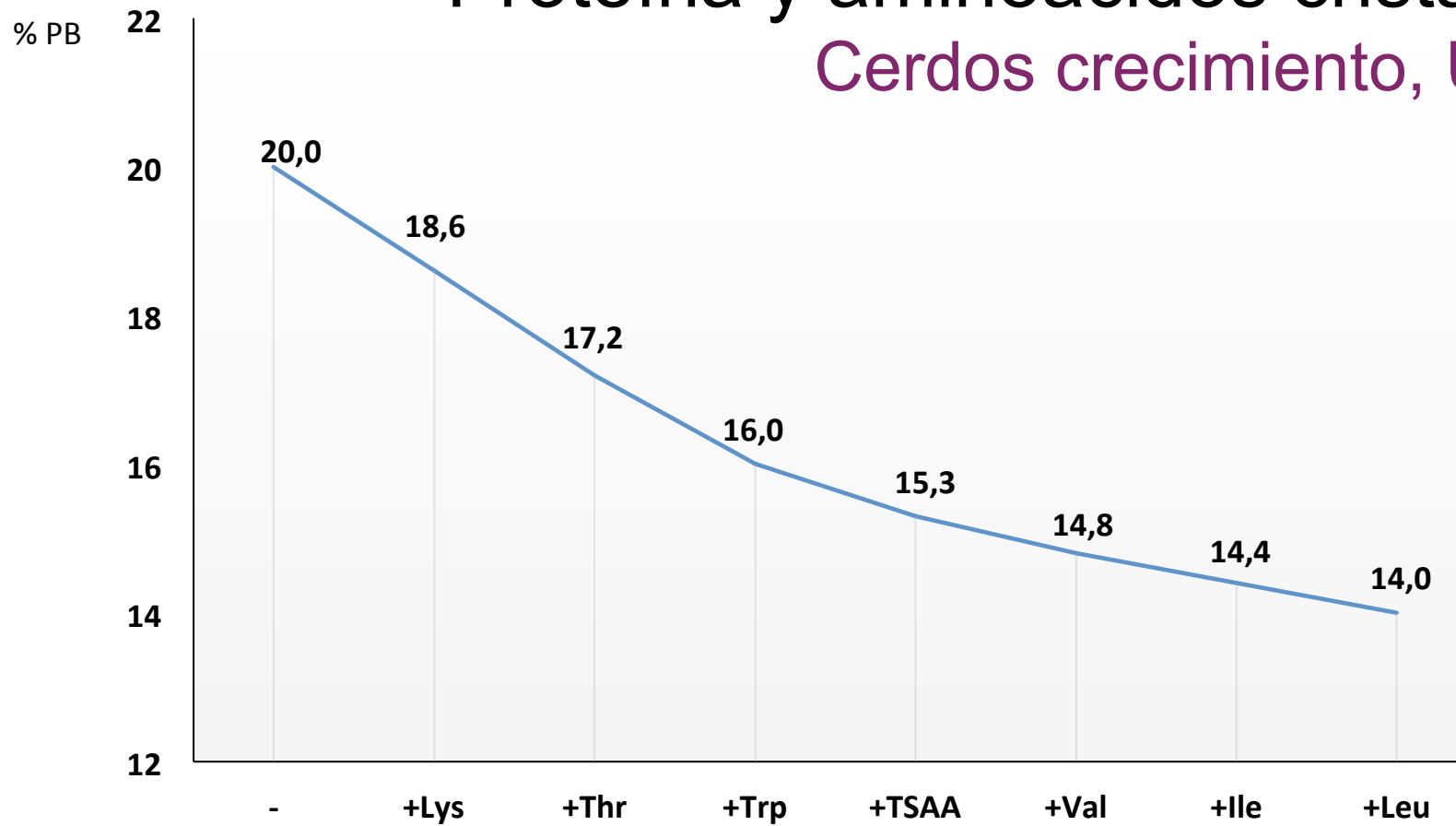






# Proteína y aminoácidos cristalinos

## Cerdos crecimiento, UE-28



Varios (2017)



## Balance proteico, 2012/2015 - UE-28<sup>1</sup>

	<b>Producción</b>	<b>Consumo</b>	<b>Auto suf, %</b>
Soja	497	14,752	3
Colza + girasol	5,680	7,379	77
Guisantes	417	393	106
Forrajes seco	613	570	108
Otras proteínas veg. <sup>2</sup>	786	1,276	62
Hna pescado	270	351	77
<b>Proteínas totales</b>	<b>8,263</b>	<b>24,721</b>	<b>33</b>

<sup>1</sup> Proteína equivalente (1.000 t)

<sup>2</sup> Palma, algodón, gluten feed, colza

Varias fuentes, 2016





# Producción de proteínas

## Fuerzas del cambio, UE-28

- ✓ Presión institucional
  - ✗ “Auto-suficiencia” vs. globalización
  - ✗ ↓ Ingredientes proteicos importados
- ✓ Demanda social
  - ✗ Sostenibilidad y medio ambiente
  - ✗ Biotecnología (GMO)
- ✓ Competitividad: coste & calidad
  - ✗ Uniformidad
  - ✗ Tecnología & información





## Producción de proteínas- Política

### Europea

- ✓ Se importa el 70% de las proteínas que consumimos
  - ✗ “Objetivo”: ↓ Importaciones en un 50% en 2020
- ✓ Preocupación: habas de soja producidas en Latino América
  - ✗ 40-50 Mt de soja importada/año
  - ✗ Dependencia, deforestación de áreas lluviosas
  - ✗ Pérdida de diversidad, medio ambiente
  - ✗ Contaminaciones en agua y suelos
  - ✗ Impacto sobre la población nativa
- ✓ Debate sobre los “GMO” Livestock Research (Wageningen), 2013



# “Nuevas” fuentes proteicas

## Factores claves

- ✓ Necesidad
- ✓ Aspectos nutricionales
  - ✗ Uniformidad y disponibilidad
  - ✗ Contenido en FAN/tóxicas/microorganismos
- ✓ Aspectos técnicos
  - ✗ Necesidad de almacenaje
  - ✗ Textura (polvo) y humedad
  - ✗ Necesidades de procesar
  - ✗ Necesidad de información
- ✓ Aspectos legales y sociales
  - ✗ Producción sostenible?
  - ✗ Conflictos con la legislación actual



# “Nuevas” fuentes proteicas

## Piensos y alimentos

- ✓ “Nuevas” fuentes vegetales
- ✓ Tortas, semillas oleaginosas y “cereales”
  - ✗ Hna soja, colza, girasol
  - ✗ Guisantes, lupinos y concentrados
- ✓ Alternativas “noveles”
  - ✗ Macro & micro algas (seaweeds, duckweeds)
  - ✗ Insectos (moscas, tenebrios, etc)
- ✓ Tejido muscular obtenido “in vitro”
- ✓ Aminoácidos cristalinos
  - ✗ Met, Lys, Thr, Trp, Val, Ile, Arg, ...





## Producción, Ha/año - UE-28

Cosecha	PB (%)	MS (%)	Proteína (t)
Habas de soja	40	1,5-3,0	0,6-1,2
Semillas de colza	25	3,0	0,75
Semillas de girasol	23	3,0	0,7
Granos leguminosas	21	5,0	1,5



## Producción, Ha/año - UE-28

Cosechas	PB (%)	MS (%)	Proteína (t)
Habas de soja	40	1,5-3,0	0,6-1,2
Macroalgas	10-30	25	2,5-7,5
Microalgas	25-50	15-30	4-15
“Duckweed”	35-45	30-40	10-18

Livestock Research (Wageningen), 2014



# Microalgas

- ✓ Existen más de 200.000 especies
  - ✗ Uso en humana, animales y producción de biodiesel
  - ✗ Coste del producto final a justificar
- ✓ Ciertas especies contienen toxinas biógenas
- ✓ Frecuente la acumulación de metales pesados
- ✓ La PB puede no ser real (N x 6.25)
  - ✗ Microalgas son ricas en purinas y ácidos nucleicos ( $\approx 10\%$ )
  - ✗  $\sum AA > 100\%$



# Microalgas - Valor nutricional, % MS

	<b>PB</b>	<b>HCO</b>	<b>EE<sup>1</sup></b>
Haba de soja	38	30	20
Maíz	9	85	4
Chlorella vulgaris <sup>2,3</sup>	55	14	18
Spirogyra sp <sup>2</sup>	13	50	17

<sup>1</sup>Producción de biodiesel. Producto desengrasado para alimentación animal

<sup>2</sup>Lys, % PB

<sup>3</sup>Lys = 6.4% PB. Pobre en Met + Cys





# Insectos

- ✓ Más de 2.000 especies comestibles
  - ✗ Chinchulines y gusanos del Maguey
  - ✗ Hormigas, avispas, ...
- ✓ Buenos ingredientes en alimentación animal
  - ✗ Fuente de energía y aminoácidos
- ✓ Coste elevado por kg MS
  - ✗ Tenebrio congelado: 3,80 €/kg (reptiles)
  - ✗ Larvas de moscas: 1,18 €/kg
  - ✗ Black soldier: 20,0 €/kg



# Insectos, ingredientes de piensos



- ✓ Características
  - ✗ Poiquilotermos: sangre fría (27-30 °C)
  - ✗ No precisan agua ni luz (?) adicional
  - ✗ Fáciles de producir y reproducir, abundan en la naturaleza
- ✓ Reciclan restos orgánicos (“basura”) eficientemente
  - ✗ Estiércol, catering, desechos vegetales, ...
  - ✗ No todos los insectos prefieren estiércol vegetal
- ✓ Admiten altas densidades de producción
- ✓ Aceptables características “sociales”?
  - ✗ Efecto invernadero reducido
  - ✗ Ingrediente “no GMO”
- ✓ Solución a problemas medio-ambientales
  - ✗ ↓ PB, P y patógenos del estiércol





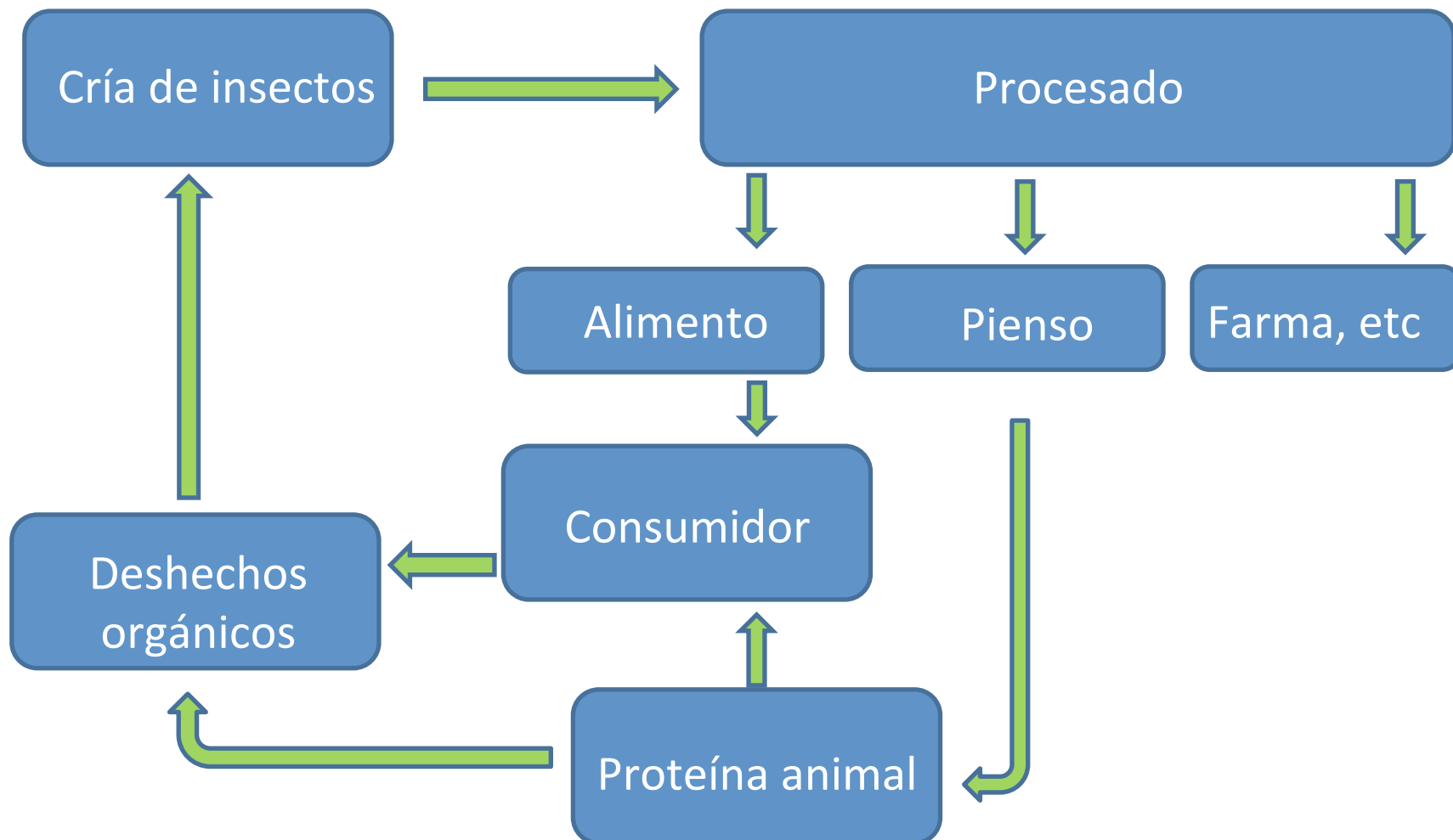
# Alimentación animal

## Insectos

- ✓ Ricos en energía y proteína
  - ✗ Buena calidad nutricional
  - ✗ Palatables: avicultura orgánica
- ✓ Valor nutricional
  - ✗ Ricos en proteína (40-70%) y grasa (15-35%)
  - ✗ Materia seca: 35-45%
  - ✗ Perfil en AA similar al de fuentes proteicas tradicionales
  - ✗ Uniformidad mejorable



## Economía circular - Insectos y ecología





## Insectos relevantes

- ✓ Black soldier
  - ✗ *Hermetia illucens*
  - ✗ Mosca negra
- ✓ Mosca doméstica
  - ✗ Mosca doméstica
- ✓ Yellow meal worm
  - ✗ *Tenebrio molitor*
  - ✗ Escarabajo “molinero”





## Valor nutricional<sup>1</sup>, % MS - Insectos

	Mosca		Black soldier	Mealworm	
	Larva <sup>2,3</sup>	Pupa	Larva	Larva	Hna soja
Proteína bruta	48	69	43	52	52
Extracto etéreo	16	15	25	34	2
Lys, % PB	6,6	5,7	6,7	5,4	6,1
AGPI, % EE	40	29	74	29	53
P total	1,5	-	1,0	0,8	0,8

<sup>1</sup>Valores medios. AH. Variable

<sup>2</sup>Maggot

<sup>3</sup>Larvas más eficaces

Wageningen, 2014



# Insectos - Quitina

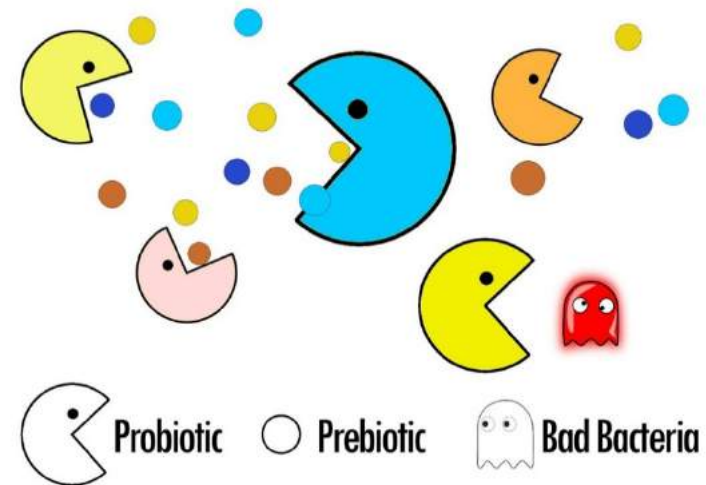
- ✓ Polisacárido lineal del exoesqueleto ( $\approx 5,4\%$ )
  - ✗ N-acetil-D- $\beta$ -glucosamina
  - ✗ Cierta similaridad con la celulosa
- ✓ Factor antinutricional?
  - ✗ No es digestible
  - ✗ ↓ Palatabilidad
  - ✗ ↓ CD de la proteína





# Insectos - Principios activos

- ✓ Quitina
  - ✗ Prebiótico
  - ✗ Inmuno estimulador
- ✓ Péptidos antimicrobianos
  - ✗ Protección contra infecciones
  - ✗ Efecto positivo en aves y porcino?







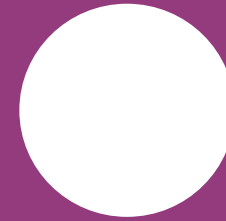
- ✓ Contenido en humedad
  - ✗ Gasto energético (↑ huella de Carbono)
- ✓ Vectores de enfermedades
  - ✗ Hongos, helmintos, bacterias, virus
  - ✗ Contenido en residuos/sustratos
  - ✗ Contaminantes químicos
- ✓ Tratamiento de los residuos del proceso
  - ✗ Sustrato sobrante
  - ✗ ↓ Uniformidad
- ✓ Tecnología industrial deficiente: precisa mejorar
  - ✗ Control eficiente: especies invasivas
    - Manejo insectos vivos

# Insectos en alimentación Problemática

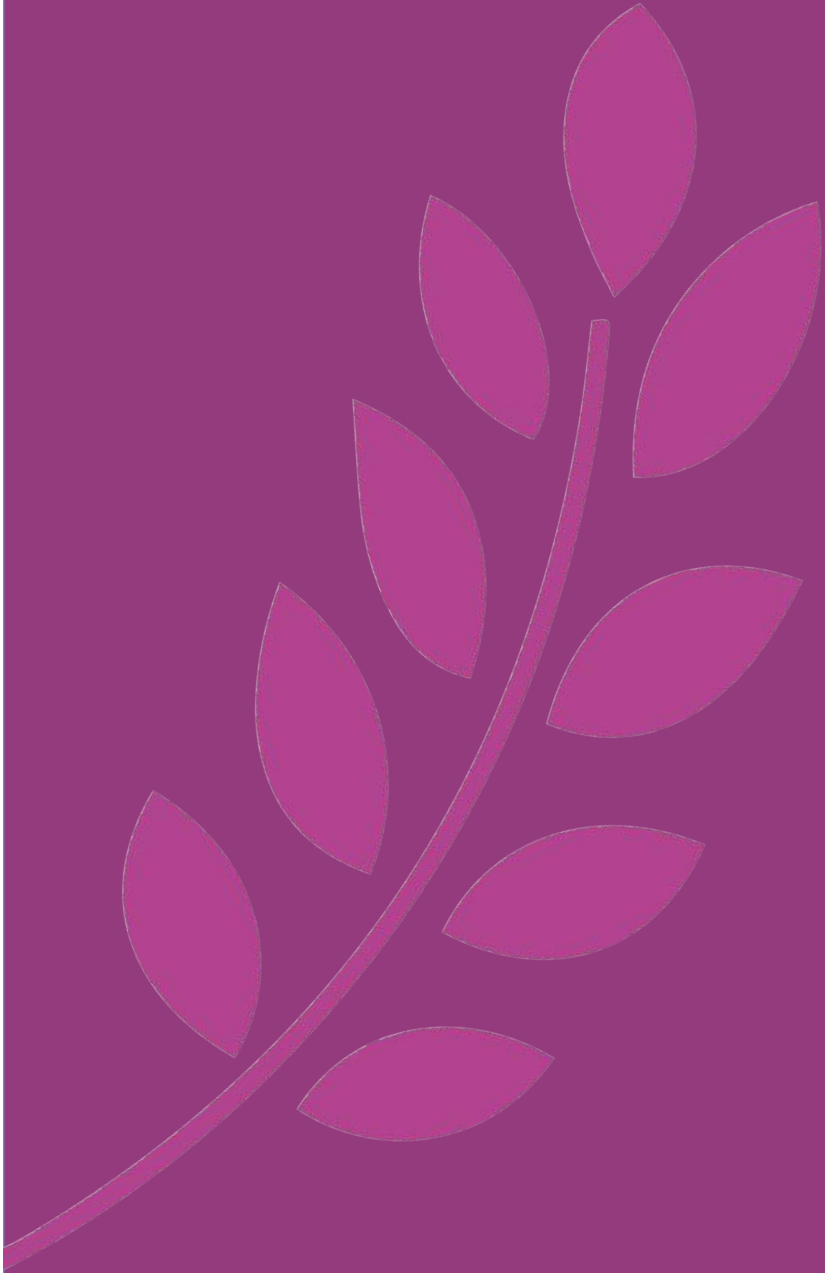


# Carne artificial cultivada

- ✓ “Hamburguesas de laboratorio”
  - ✗ Células animales
  - ✗ Tanques de acero: bioreactores
- ✓ Iniciativas múltiples
  - ✗ Mosa meat (Holanda)
  - ✗ S. Brin (Cofundador de Google). B. Gates (Impossible foods)
- ✓ Objetivo
  - ✗ Inicio 2020
  - ✗ Implantación total: 2035
- ✓ Coste actual (2017). 40.000 \$/kg



**Futuro a corto  
plazo “Materias  
primas  
tradicionales”**





## Hna soja, 47% PB - EMAn, kcal/kg SF

Institución	País	Año	Especie	PB (%)	EMAn (Mcal/kg)
WPSA	Europa	1989	Gallo	46,8	2,26
NRC	USA	1994	Poultry	47,2	2,38
INRA	Francia	2002	Broiler	47,2	2,32
NARO	Japón	2009	Poultry	47,0	2,45
Rostagno	Brasil	2011	Poultry	47,0	2,28
Premier A.	R. Unido	2014	Broiler	47,0	2,42
RPRI	Rusia	2014	Poultry	47,0	2,55
CVB	Países Bajos	2016	Broiler	46,8	2,16
Evonik	Alemania	2016	Poultry	47,5	2,33
Feedipedia	Francia	2017	Broiler	47,1	2,32
Fedna	España	2017	Poultry	47,0	2,33



# Fullfat soya - Energía, kcal/kg SF

Institución	País	Año	Especie	PB (%)	EMAn (Mcal/kg)
WPSA	Europa	1989	Gallo	36,1	3,42
NRC	USA	1994	Poultry	37,0	3,30
INRA	Francia	2002	Broiler	34,8	3,35
NARO	Japón	2009	Poultry	36,9	3,41
Rostagno	Brasil	2011	Poultry	36,4	3,41
Premier A.	R. Unido	2014	Broiler	35,5	3,36
RPRI	Rusia	2014	Poultry	34,0	3,25
CVB	P. Bajos	2016	Broiler	36,3	3,13
Evonik	Alemania	2016	Poultry	35,6	3,28
Feedipedia	Francia	2017	Broiler	35,1	3,64
Fedna	España	2017	Poultry	36,8	3,54



## Maíz - Energía, kcal/kg SF

Institución	País	Año	Especie	PB (%)	EMAn (Mcal/kg)
WPSA	Europa	1989	Cock	8,6	3,33
NRC	USA	1994	Poultry	8,5	3,35
INRA	Francia	2002	Broiler	8,1	3,13
NARO	Japón	2009	Poultry	7,6	3,28
Rostagno	Brasil	2011	Poultry	7,9	3,38
Premier	R. Unido	2014	Broiler	8,0	3,21
RPRI	Rusia	2014	Poultry	8,5	3,30
CVB	P.Bajos	2016	Broiler	7,6	3,23
Evonik	Alemania	2016	Poultry	7,4	3,30
Feedipedia	Francia	2017	Broiler	8,1	3,11
Fedna	España	2017	Poultry	7,5	3,28



## Energía de las grasas (Mcal/kg)

	<b>C18:2 (%)</b>	<b>Broilers</b>	<b>Gallos</b>	<b>Ponedoras</b>
A. coco	2,0	8,46	8,50	9,77
A. palma	11,1	7,23	8,50	9,77
A. colza	22,3	8,63	8,50	9,77
A. soja	54,1	8,35	8,96	10,30
A. linaza	16,0	8,49	8,50	9,77
Sebo	4,9	7,26	6,96	8,00
Grasa animal	9,0	7,44	8,48	9,75
Manteca	10,5	7,32	8,44	9,71
Grasa de aves	<b>36,5</b>	8,14	8,94	10,30
A. pescado	1,6	8,10	-	-



## Energía de las grasas (Mcal/kg)

Instit.	País	Año	Especie	Sebo	Manteca	Grasa aves	Aceite coco	Aceite palma	Aceite colza	Aceite soja
WPSA	Europa	1989	Cock	7,00	8,50	9,00	8,50	8,00	8,50	9,00
INRA	Francia	2002	Broiler	7,22	8,25	-	8,37	7,04	9,00	9,00
Rostagno	Brasil	2011	Poultry	7,40	8,08	8,68	7,92	-	8,78	8,79
Premier A.	R. Unido	2014	Broiler	8,13	-	7,96	9,06	6,33	9,29	8,98
CVB	Países Bajos	2016	Broiler	7,26	7,32	8,14	8,46	7,23	8,63	8,35
CVB	Países Bajos	2016	Hens	8,00	9,71	10,28	9,77	9,77	9,77	10,30
Fedna	España	2017	Poultry	7,00	8,55	8,80	8,50	8,15	8,80	9,00





## Valoración energética y variabilidad - Materias primas

- ✓ Diferencias en composición
  - ✗ Cultivar de trigo
  - ✗ Humedad del maíz
- ✓ Tipo de animal
  - ✗ Pollito vs. ponedora
- ✓ Ecuación de predicción utilizada
  - ✗ Origen
  - ✗ Rango de aplicación
- ✓ Metodología
  - ✗ Lípidos





## Valoración energética y variabilidad

### Ecuaciones de predicción

- ✓ Representatividad
  - ✗ Hna soja
- ✓ Parámetros de valoración utilizados
  - ✗ ELN vs. almidón + azúcares
  - ✗ Almidón Ewers
  - ✗ Grasa, hidrólisis previa
  - ✗ FND, amilasa
- ✓ Metodología
  - ✗ In vivo, In vitro
  - ✗ NIR





## Hna soja, 47% PB EMAn, kcal/kg SF



	<b>2011</b>	<b>2016<sup>1</sup></b>
P. bruta, %	46,4	46,8
E. etéreo, %	1,9	1,6
FND, %	8,1	8,6
EMAn aves, kcal/kg		
Broiler	2.162	2.162
Gallos	2.197	2.201
Ponedoras	2.205	2.207
EN porcino	1.973	<b>2.028</b>

CVB, 2011, 2016

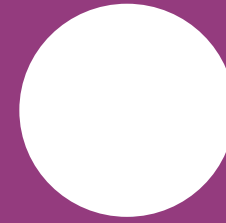


# Fullfat soya

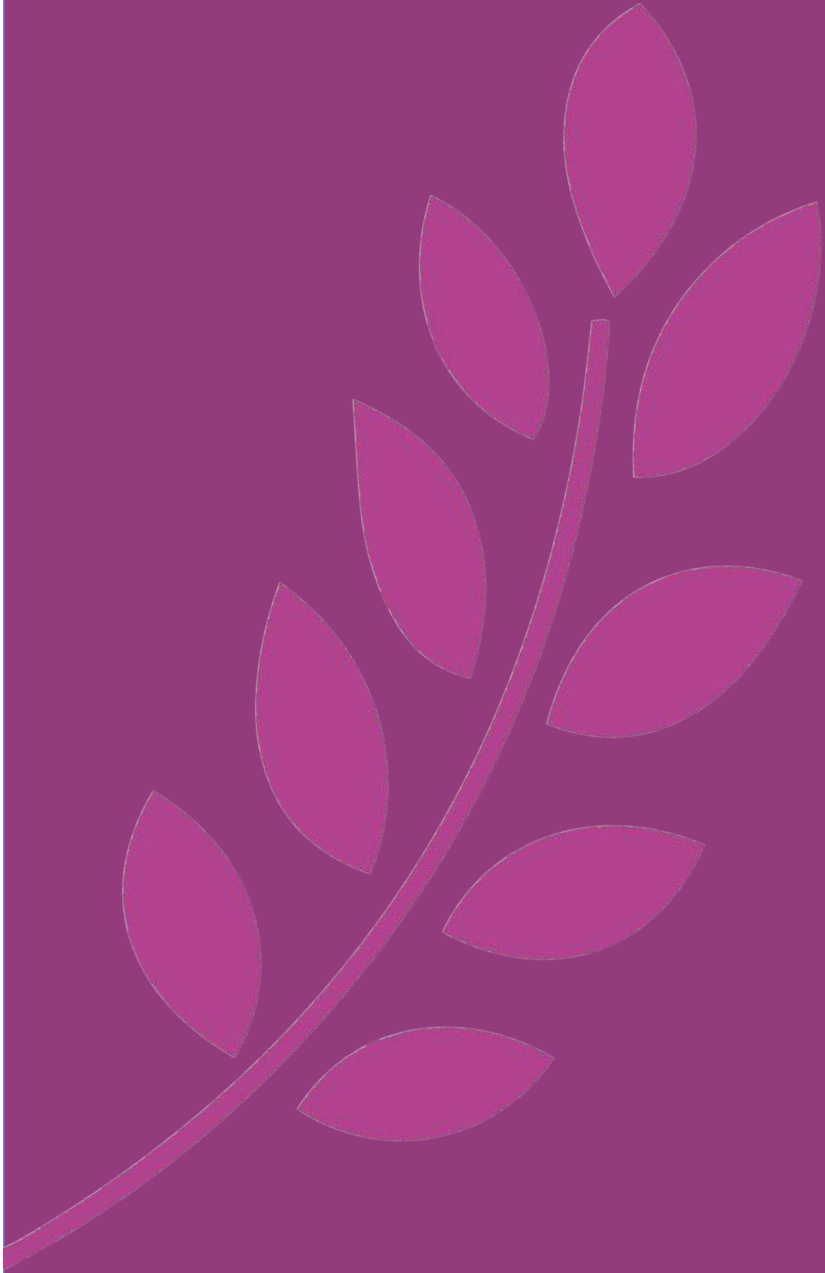
## AMEn, kcal/kg SF

	2011	2016
P. bruta, %	35,1	36,3
E. etéreo, %	19,2	19,7
FND, %	11,0	12,1
EMAn aves, kcal/kg		
Broiler	3.078	3.127
Gallos	3.253	3.320
Ponedoras	3.478	3.550
EN porcino	2.863	<b>2.980</b>

CVB, 2011, 2016



# Conclusiones generales





- ✓ La necesidad de fuentes proteicas continuará aumentando en el futuro
  - ✗ Asia, Latino América, África
- ✓ Cualquier fuente proteica es “utilizable” en piensos
  - ✗ Dígame el precio
- ✓ Los insectos pueden ser una buena alternativa
  - ✗ Caso de escasez de proteínas vegetales
- ✓ Uniformidad y disponibilidad del ingrediente más importantes que el coste
  - ✗ ↓ Márgenes de seguridad
- ✓ Futuro: sostenibilidad, seguridad alimentaria y bienestar
  - ✗ Un buen control de calidad es “obligatorio”





Gracias