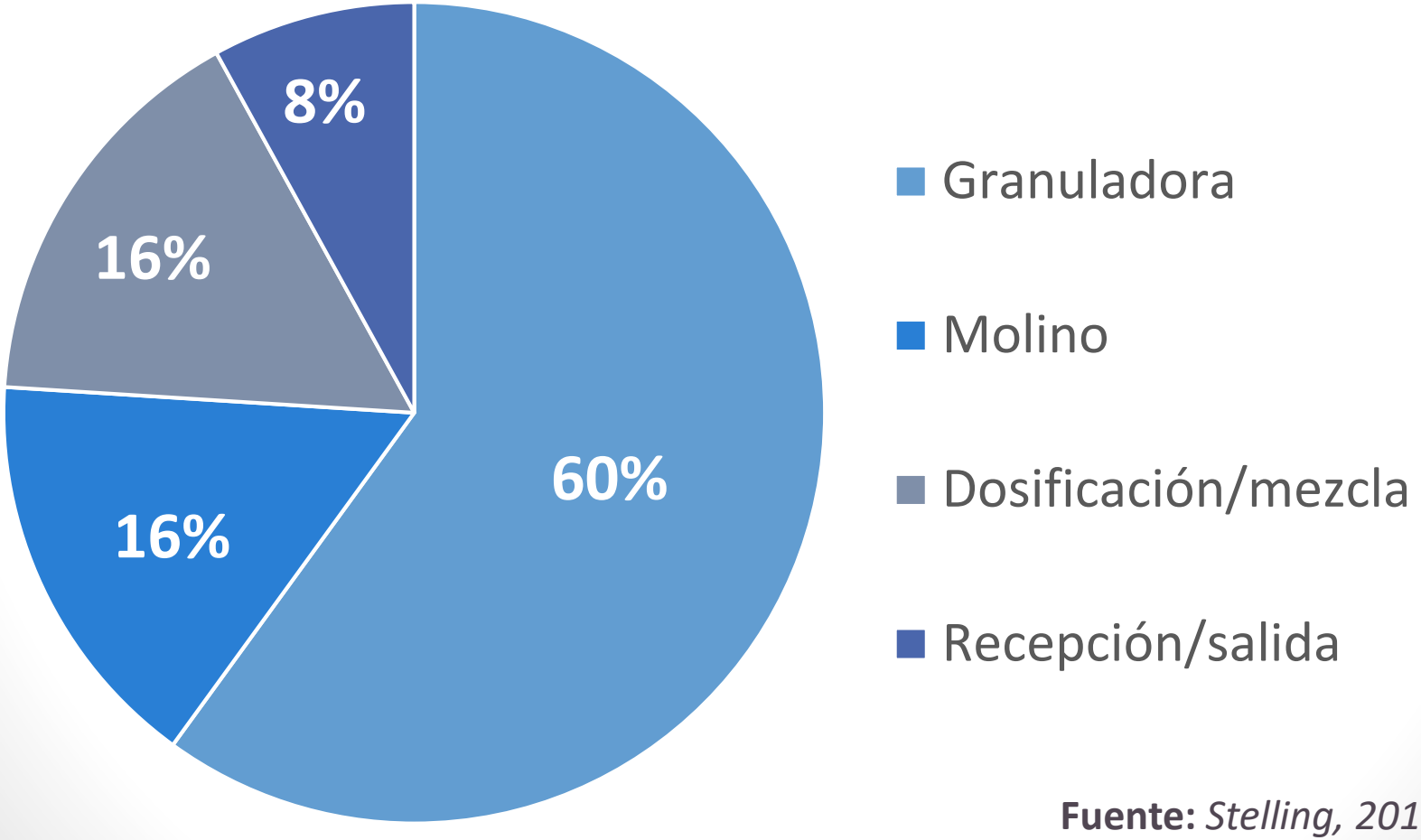
Presentación del pienso y tamaño de partícula : efectos sobre la salud intestinal y la productividad

Guillermo Fondevila Lobera
Universidad Politécnica de Madrid
Octubre 2018

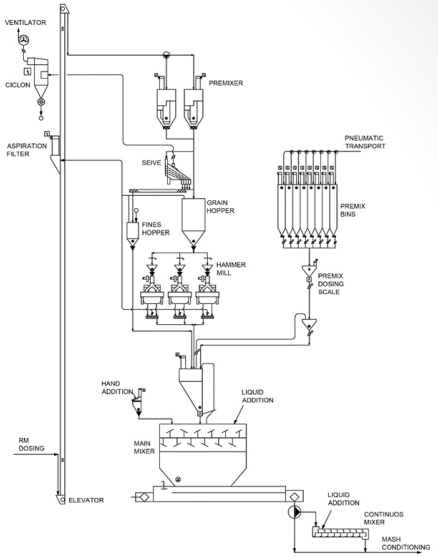
MADRID
3 y 4 OCTUBRE 2018
LV SYMPOSIUM CIENTÍFICO DE AVICULTURA

Fabricación de piensos
Consumo energético



Fuente: *Stelling, 2012*

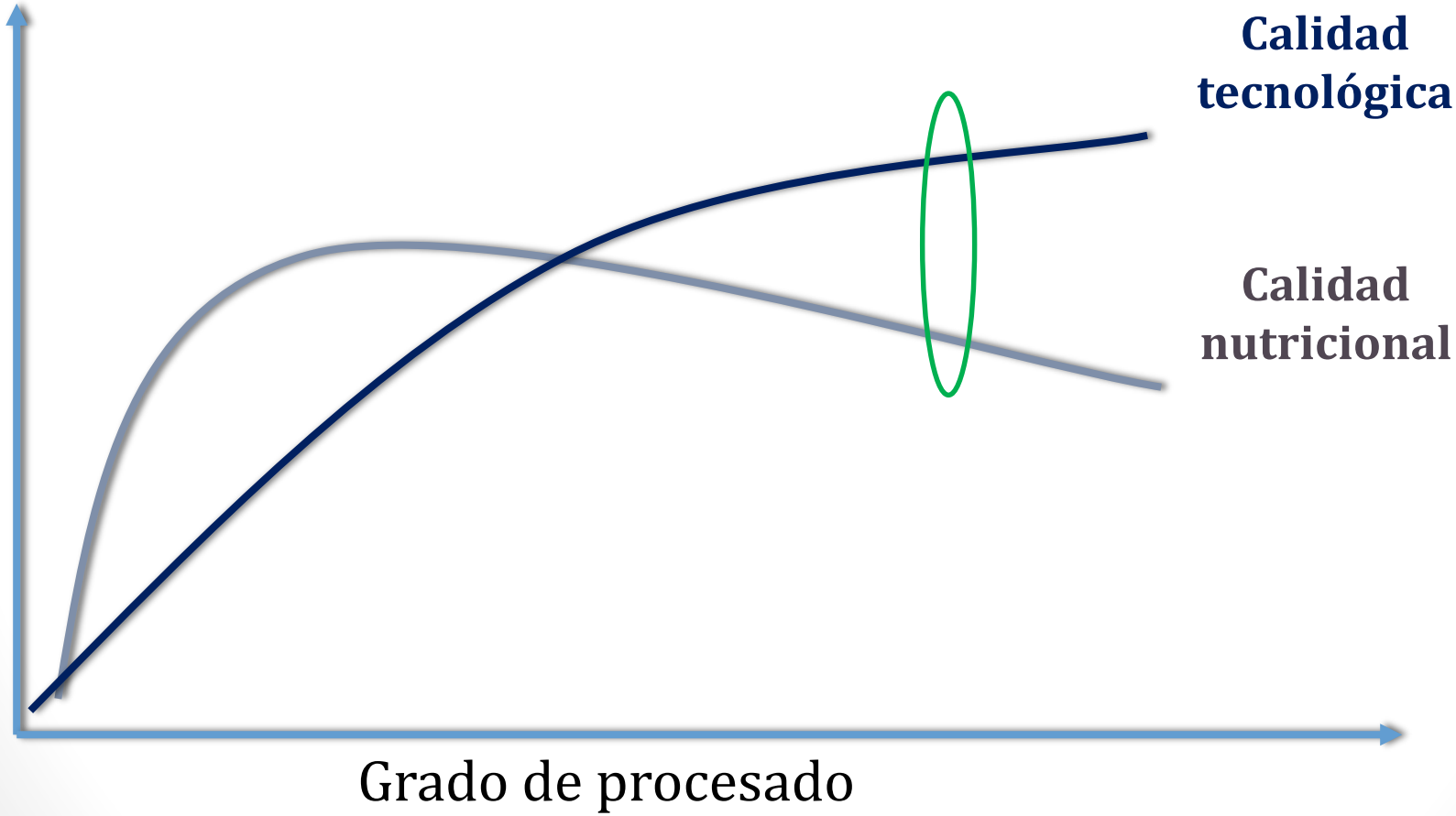
Tecnología de fabricación



- ✓ Presentación del pienso
  - ✗ Harina vs. gránulo *vs.* migas
- ✓ Tipo y tamaño del gránulo
  - ✗ Diámetro, longitud y dureza
  - ✗ Porcentaje de finos
- ✓ Condiciones del procesado
  - ✗ Tiempo, presión, matriz y Tª granulación
  - ✗ Higienización
- ✓ Textura de la harina
  - ✗ Tamaño medio de partícula y uniformidad
- ✓ El granulado reduce el tamaño de partícula!!

Calidad del pienso

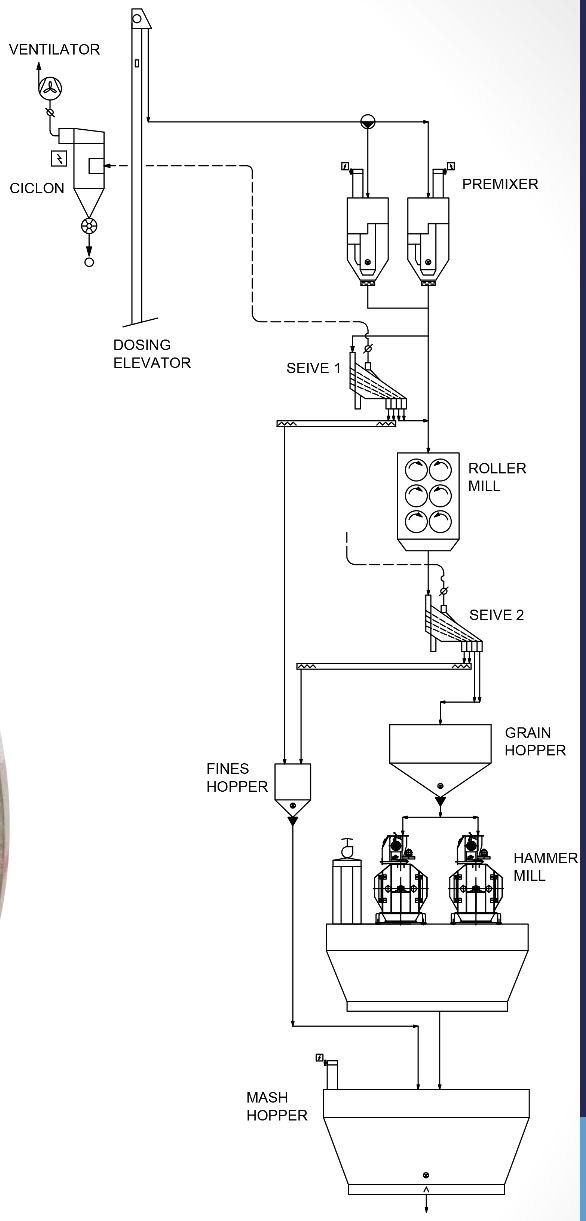
Procesado vs. formulación



Fuente: Svihus, 2011

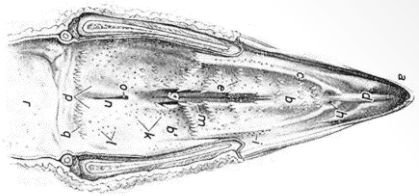
Molienda

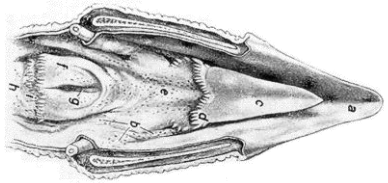
Tamaño de partícula



Capacidad de selección

Aves



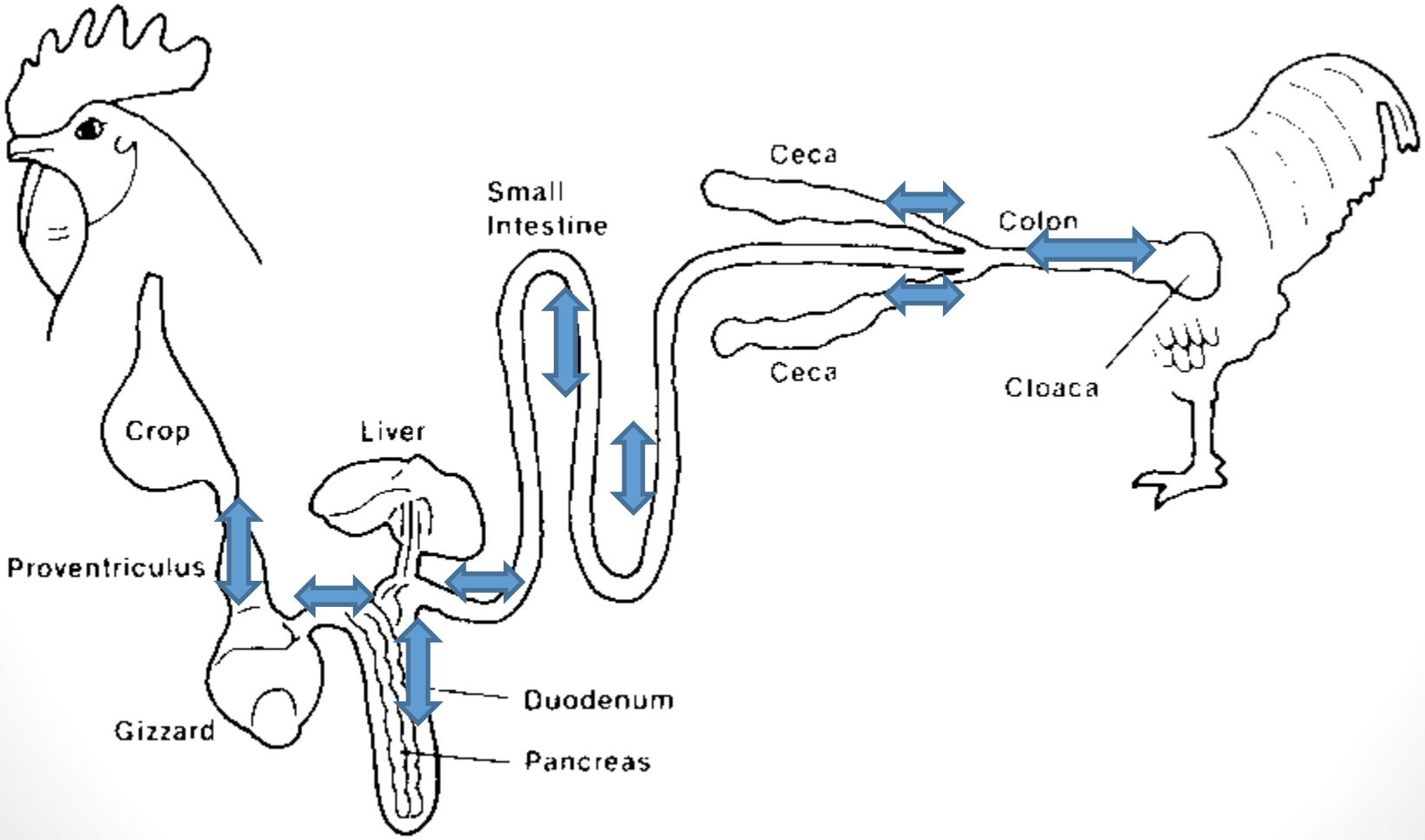


- ✓ Forma del pico
  - ✗ Mecanorreceptores
  - ✗ Selección: tamaño, textura, dureza, consistencia
- ✓ Rápida adaptación a la textura del pienso
- ✓ Importancia de la presentación del pienso
  - ✗ Harina vs. gránulo
  - ✗ Diámetro, longitud y dureza del gránulo
  - ✗ Harina: ⇧ Desperdicio, ⇩ consumo
- ✓ Rechazo de polvo y partículas excesivamente finas

Molleja
Función

- ✓ Estómago mecánico
  - ✘ Discriminación por tamaño de partícula
- ✓ “Director de orquesta” del TGI
  - ✘ Regulación del tránsito digestivo
  - ✘ Mejora de la motilidad de la pared digestiva
  - ✘ ⇧ Intensidad de los movimientos antiperistálticos
  - ✘ ⇧ Secreción de HCl, ácidos biliares y enzimas

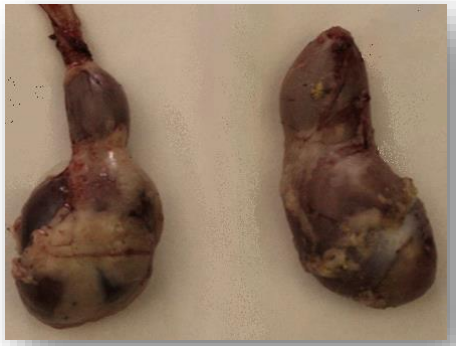
Motilidad del TGI



Baja motilidad del TGI

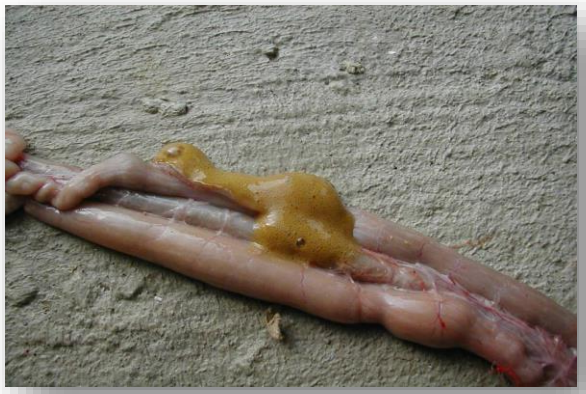
Síntomas

- ✓ Proventriculitis y atrofia de la molleja



- ✓ **Descenso**
  - × CD almidón, proteína y grasa
  - × Absorción de agua y electrolitos (I. grueso)

- ✓ **Aumento**
  - × Tasa de picaje y nerviosismo
  - × Patógenos intestinales
  - × Mortalidad



Tamaño molienda, aves
Partículas finas

- ✓ No les gustan los finos
- ✓ Mejora de la digestibilidad
  - ✗ Liberación de la grasa intracelular
    - Maíz, soja integral
  - ✗ Almidones complejos
    - Guisantes, leguminosas
  - ✗ ⇩ Desarrollo de la molleja y mucosa digestiva?
  - ✗ Camas húmedas?

Tamaño molienda, aves

Partículas groseras

- ✓ ⬆ Tamaño y funcionalidad de los órganos digestivos
- ✓ Molleja más eficiente
  - ✗ ⬆ Peristaltismo y reflujos digestivos
  - ✗ ⬇ Adherencia de los microorganismos a la mucosa digestiva
- ✓ Producción de HCl y enzimas digestivos
  - ✗ ⬆ Solubilidad fuentes minerales
  - ✗ ⬆ CD y absorción de nutrientes
  - ✗ ⬇ Multiplicación bacteriana

Preferencia, broilers
Tamaño de partícula

	Consumo, %	
mm	1-3 d	7-10 d
< 0,86	$25,2^{b}$	$9,7^{c}$
0,86-2,00	$38,9^{a}$	$54,0^{a}$
2,00-3,18	$21,6^{c}$	$20,6^{b}$
> 3,18	$14,3^{d}$	$15,8^{bc}$
P	***	***

Huang y de Beer, 2010

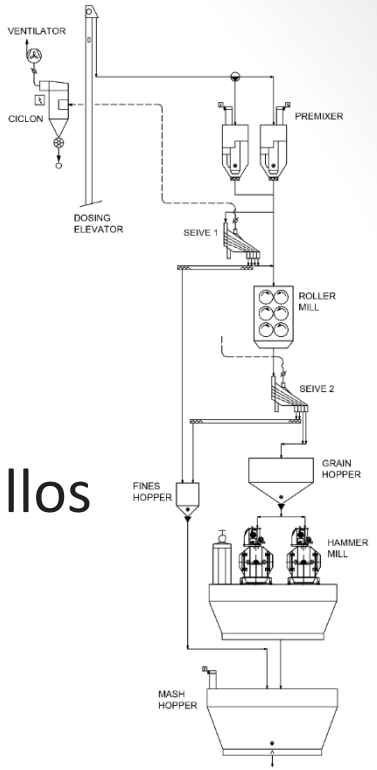
Preferencia, gallinas
Tamaño de partícula (µm)

	Hora de muestreo [1]		
Tamiz (mm)	**06:00 am**	**14:00 pm**	**Diferencia**
4	1.050	900	150
6	1.102	881	221
8	1.313	991	322
10	1.401	1.017	384
12	1.494	1.051	443
P (L)	***	***	

[1]Los datos de 08:00, 10:00, y 12:00 a.m. no se muestran

Herrera et al., 2017

Molienda
Tamaño de partícula

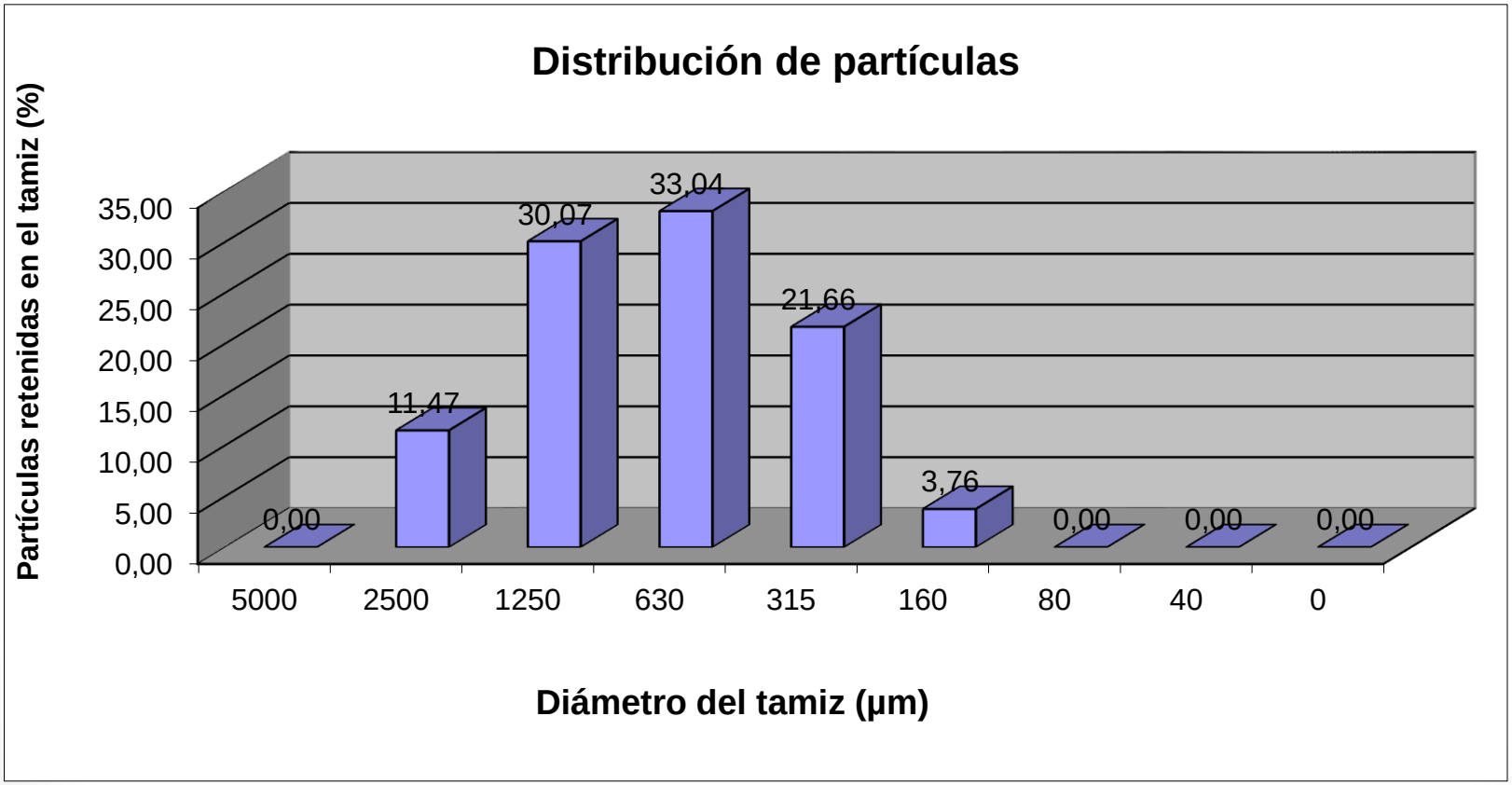


- ✓ Tipo de Molino utilizado: rodillos vs. martillos
- ✓ Materias primas: trigo vs. maíz
- ✓ Presentación del pienso: harina vs. gránulo
- ✓ Edad del ave
- ✓ Estado sanitario: procesos entéricos

UPLAB P.A(760)
PA
Panreac

Molienda

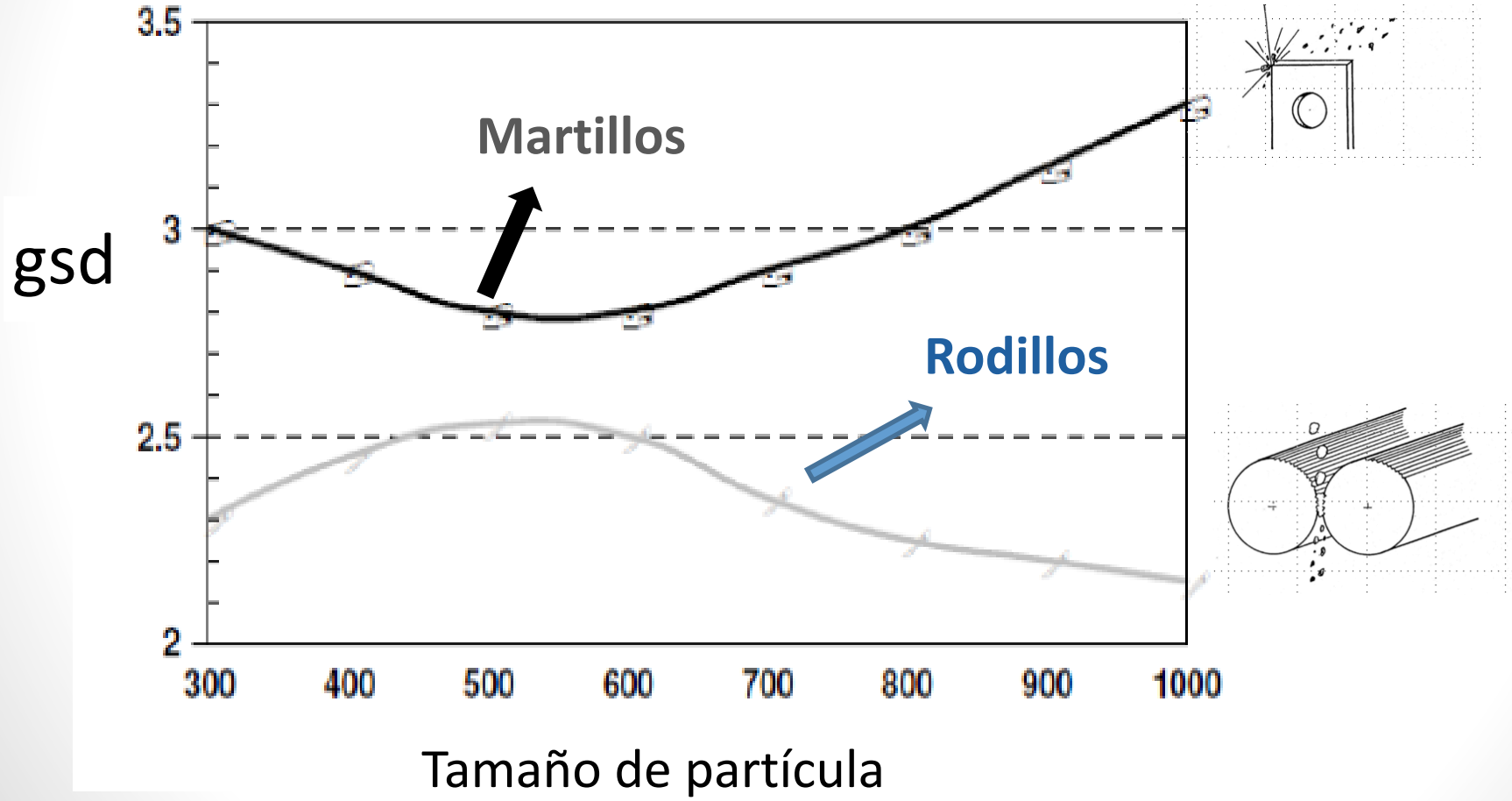
Tamaño de partícula



GMD: 1048 µm

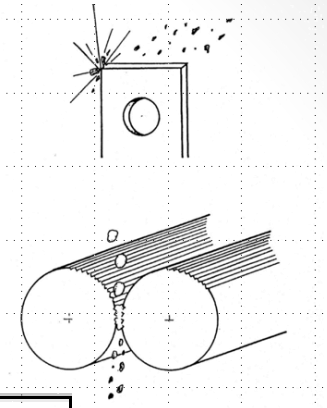
GSD: 2,04

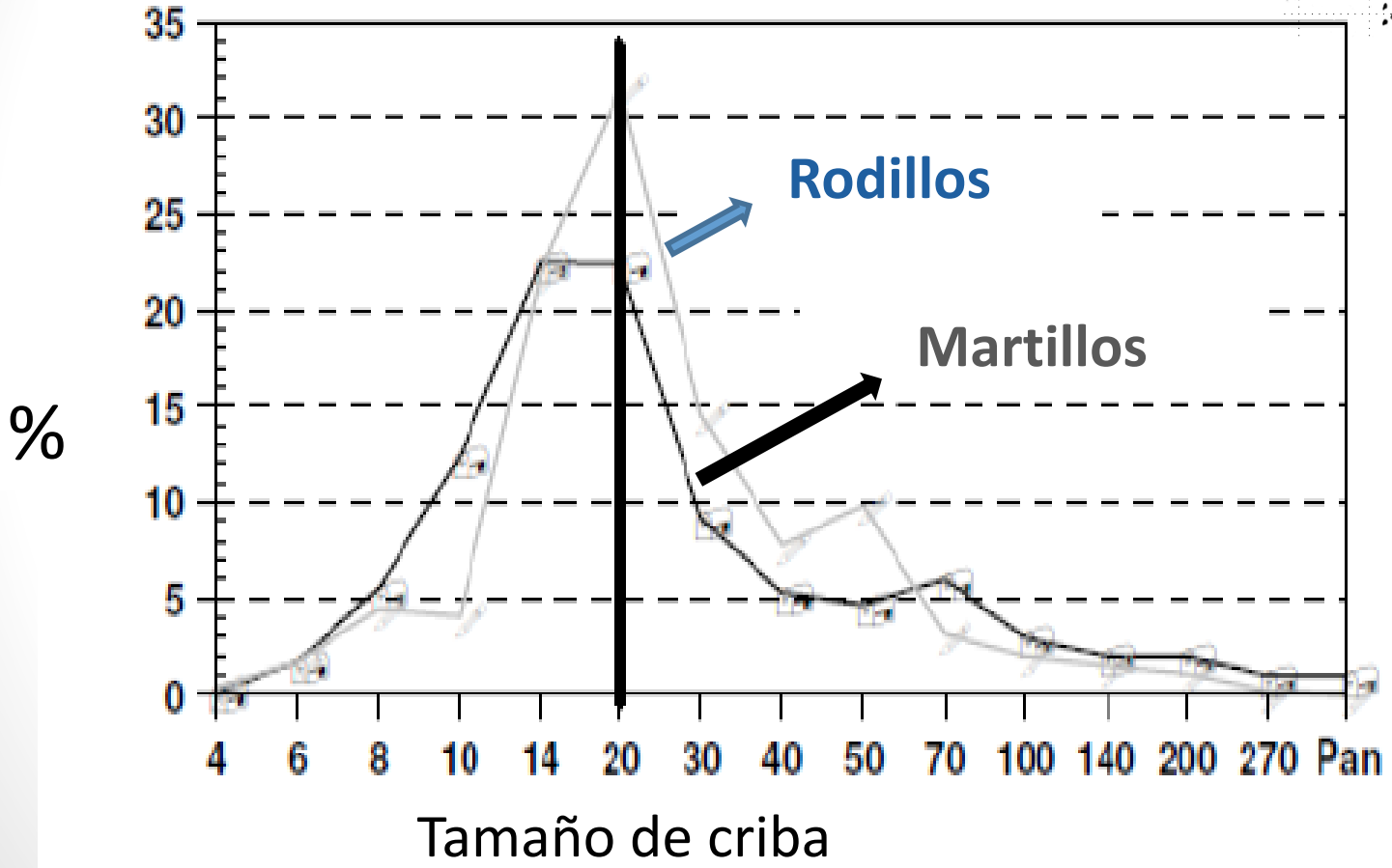
Tipo de molino
Tamaño de partícula



Fuente: Anderson, 1994

Tipo de molino
Tamaño de partícula





Fuente: Anderson, 1994

Tamaño de partícula, broilers
Piensos en harina

Edad (d)	Molino/ ϕ criba	Tamaño partícula (GMD±GSD µm)	Consumo de pienso	Ref.
7-21[1]	M/0,8 mm	574-675 ± 1,31-1,40	**591[b]**	Nir et al. (1994)
	M/2 mm	1.132-1.228 ± 1,28-1,35	**662[a]**	
	M/3 mm	2.024-2.105 ± 1,17-1,21	**645[a]**	
1-21[2]	M/3 mm	-	**777[b]**	Amerah et al. (2007)
	M/7 mm	-	**877[a]**	
1-19[3]	R	520	**951[a]**	Pacheco et al. (2013)
	R	1.330	**900[b]**	

[1]Promedio de piensos basados en maíz, trigo y sorgo
[2]Piensos basados en trigo
[3]Piensos basados en maíz

Fuente: Abdollahi, 2018

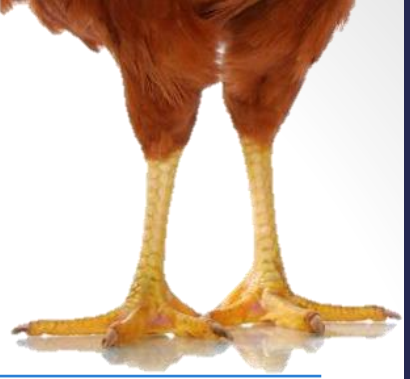
Tamaño de partícula
Ponedoras, 45-62 sem[1]

	Criba (mm)		
	6	**8**	**10**
I. puesta (%)	79,9	79,9	81,6
Consumo (g/d)	107,9[b]	108,0[b]	110,6[a]
Peso huevo (g)	64,1	64,1	64,4
I. conversión	2,09	2,09	2,08

[1]Promedio de piensos basados en maíz o trigo

Safaa *et al.,* 2009

Tamaño de partícula
Ponedoras, 33-64 sem[1]



	Criba (mm)		
	6	**10**	**P <**
Consumo (g/d)	113,2	114,0	0,13
Puesta (%)	89,0	89,4	NS
Peso huevo[2] (g)	64,8	65,1	NS
Masa huevo (g/d)	57,7	58,2	NS
I. Conversión	1,96	1,96	NS
Δ PV (g)	74	69	NS

[1]Media de piensos basados en maíz, trigo y cebada

[2]Contenidos variables en C18:2 y grasa

Herrera et al., 2017

Tipo de molienda (maíz)
Ponedoras, 24-59 sem[1]

	Martillos	Rodillos
I. puesta, %	90,3	90,5
Peso huevo, g	62,2	62,3
Masa huevo, g	56,2	56,3
CMD, g	110,8	110,6
IC, kg/kg	1,98	1,97
IC, kg/docena	1,47	1,48

NS para todos los parámetros

[1]Cebada molida con rodillos puede afectar al consumo y al IP

Perez-Bonilla *et al.,* 2014

Recomendaciones tamaño partículas

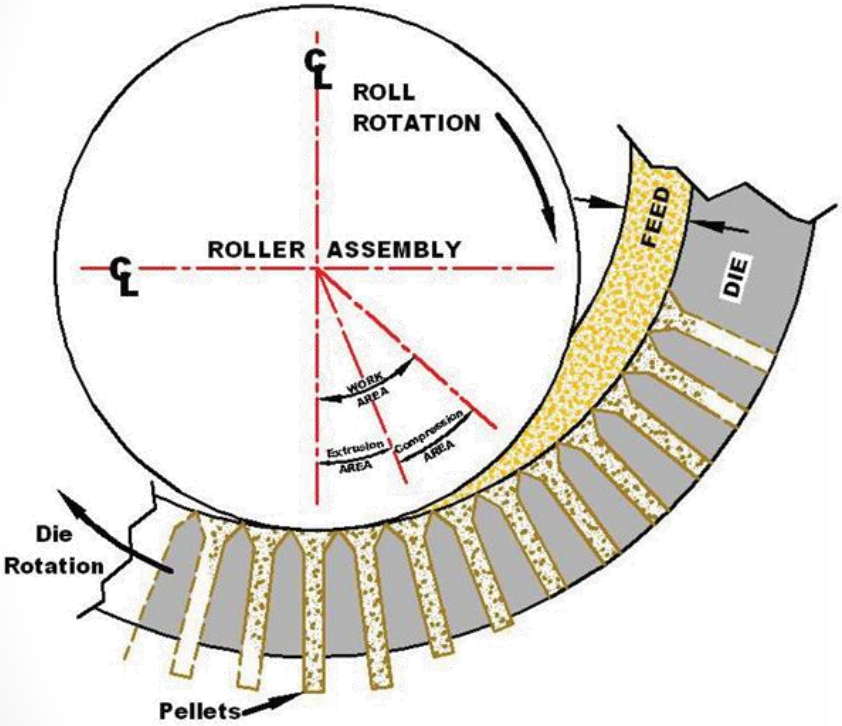
Ponedoras

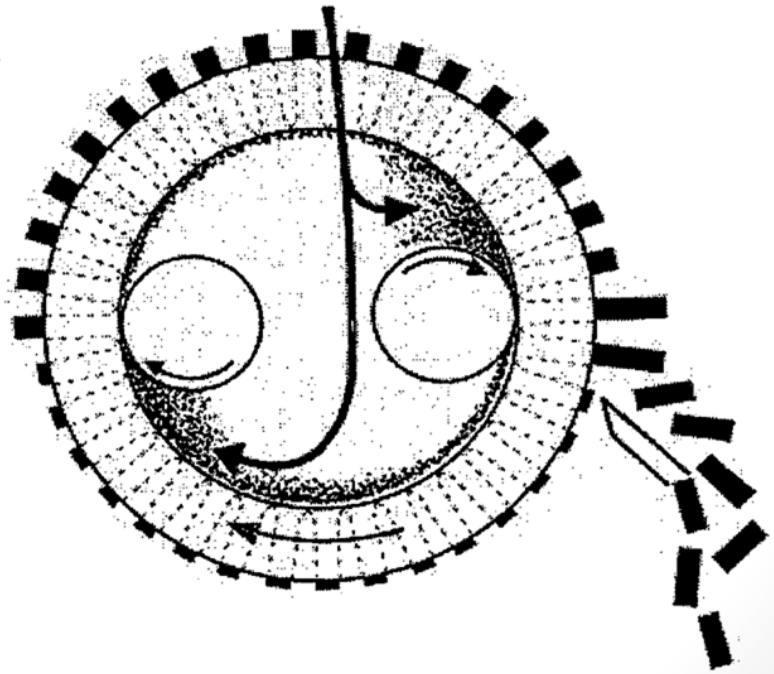
Diametro, mm	Pollitas	Puesta
< 1,0	< 15%	< 15%
1,0-2,0	25-60%	20-30%
2,0-3,0	10-40%	30-40%
> 3,0	0-10%	10-15%

Fuente: Hy-line, 2018

Presentación del pienso

Granulación





Granulación del pienso

Ventajas

- ✓ ⇧ Consumo y ganancias de peso y ⇩ IC
  - ✗ ⇩ Pérdidas y mermas
  - ✗ ⇧ Textura del pienso: finos!!
  - ✗ ⇩ Necesidades energéticas
  - ✗ ⇩ Humedad y ⇧ densidad del pienso
  - ✗ ⇧ Velocidad de tránsito
- ✓ ⇧ Rendimiento de la canal
  - ✗ ⇩ Tamaño del TGI
- ✓ ⇩ Contaminación del pienso (Salmonella spp.)
  - ✗ ⇧ Higiene (alimento vs. canal)

Granulación del pienso

Inconvenientes

- ✓ ⬆ Coste: vale la pena?
  - ✗ ⬇ Ventajas a mayor edad
  - ✗ Pollito > broiler ; pollita > ponedora
- ✓ Desarrollo del digestivo
  - ✗ ⬆ pH y ⬇ funcionamiento de la molleja
  - ✗ Actividad enzimática y solub. minerales
- ✓ Perfil de la microflora digestiva
  - ✗ ⬆ *Salmonella spp.*, *Clostridum* y coliformes
- ✓ ⬆ Camas húmedas
- ✓ ⬆ Discondroplasias, muertes súbitas, pechuga de madera

Broilers en batería

Pérdidas de pienso[1], g/d

	1-3 d	1-25 d
Harina	10,9[b]	3,1[a]
Migas	11,6[b]	2,5[a]
Gránulo[2]	13,6[a]	1,1[b]
EEM	0,99	0,90
P	***	***

[1] g/ave y día

[2] Media de 5,3 mm de largo y 2,5 mm de diámetro

Serrano *et al.*, 2012

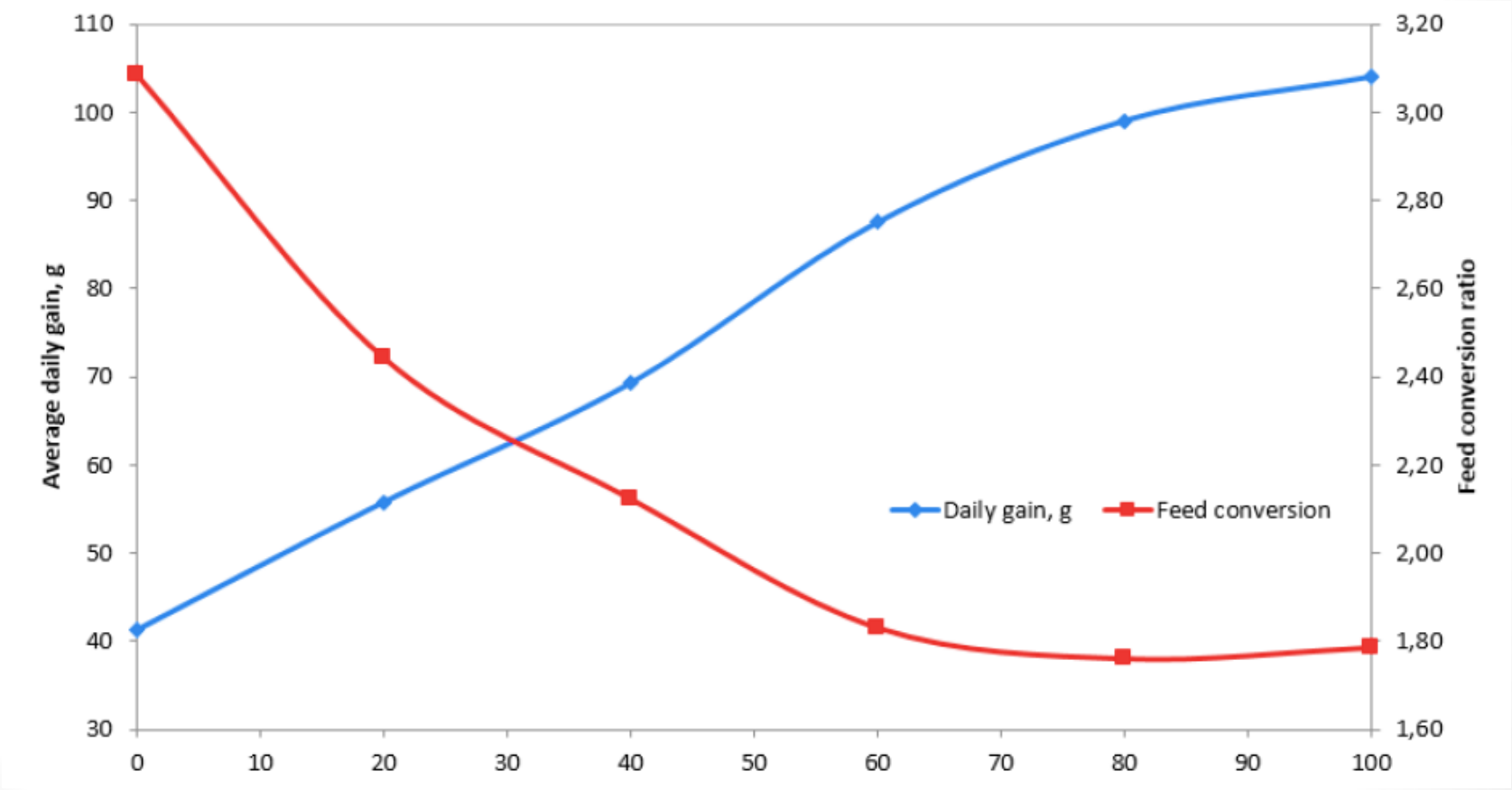
Calidad del gránulo

Broilers, 38-45 d

Presentación	Finos, %	GMD, g	IC, g/g
Gránulo	0	725^{a}	1,87^{b}
Gránulo	20	701^{ab}	1,88^{b}
Gránulo	40	687^{ab}	1,92^{b}
Gránulo	60	685^{ab}	1,93^{ab}
Gránulo	80	675^{bc}	1,95^{ab}
Harina	100	643^{c}	2,02^{a}

McKinney y Teeter, 2004

Calidad del gránulo



% Pellets in the feeder

Quentin, 2004

Harina vs. Gránulo

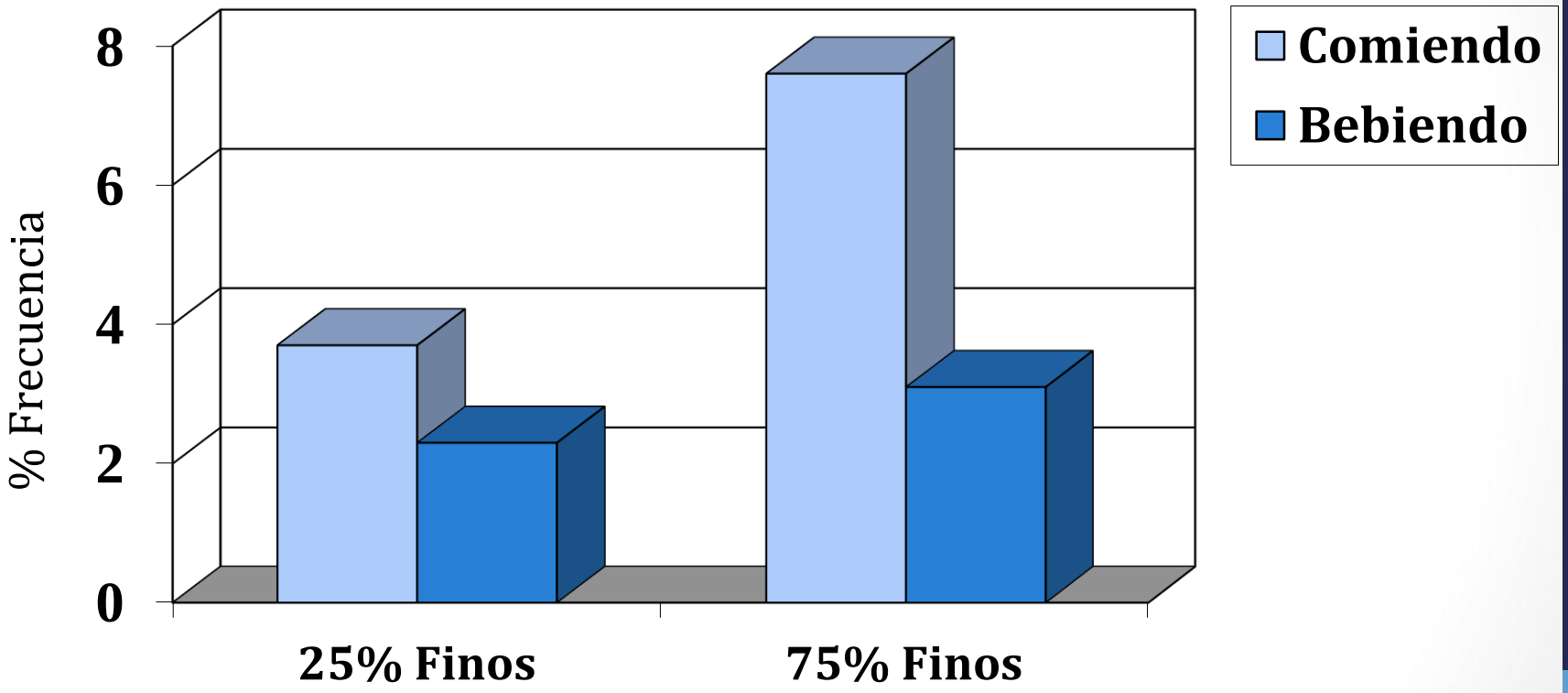
Actividad y productividad

		Tiempo dedicado, %				
Estirpe	Pienso	Comer	Beber	Descansar	Pasear	IC
A	Harina	17,4	7,1	47,1	8,7	1,62
A	Gránulo	5,0	9,9	59,0	6,1	1,56
B	Harina	20,3	7,7	47,6	5,8	1,59
B	Gránulo	3,5	7,3	66,0	6,5	1,45

Skinner y Noble, 2005

Calidad del gránulo

Broilers, 6 sem



Zatari and Ferket (1991)

Broilers en suelo, 1-42 d
Presentación del pienso

	GMD, g	CMD, g	IC, g/g
Harina	$62,5^{b}$	$106,7^{c}$	$1,71^{a}$
Migas	$67,1^{a}$	$113,8^{a}$	$1,70^{ab}$
Gránulo	$66,1^{a}$	$109,9^{b}$	$1,66^{b}$
EEM[1]	0,61	1,20	0,014
P	***	***	*

[1] n = 12 (65 aves/rep)

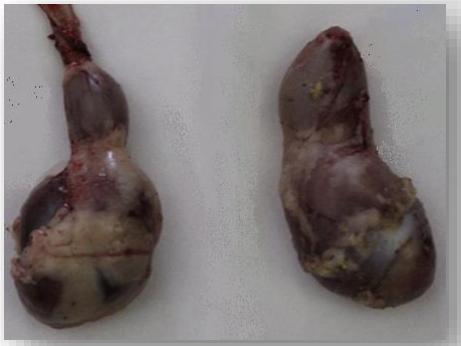
Serrano *et al.*, 2012

Pollitas, 1-17 sem
Dietas con trigo

	Harina	Migas
GMD, g	11,6^{b}	12,7^{a}
CMD, g	49,7^{b}	52,9^{a}
IC, g/g	4,27^{a}	4,18^{b}
Peso molleja, %PV	3,65^{a}	2,38^{b}
pH molleja	3,26^{b}	4,03^{a}

Saldaña et al., 2015

Presentación del pienso
Molleja, 25 d



	Peso, % PV	pH
Harina	2,18^{a}	2,62^{c}
Migas	1,77^{b}	3,07^{b}
Gránulo	1,65^{c}	3,75^{a}
EEM	0,07	0,18
P	***	***

Serrano *et al.*, 2012

Broilers 1-21 d
Dietas con trigo

	Harina	Gránulo
Ganancia PV, g	875[b]	965[a]
Consumo de pienso, g	1,150[b]	1,308[a]
IC	1,317[b]	1,368[a]
CD ileal, %		
Proteína bruta	85,5[a]	83,1[b]
Almidón	94,4[a]	80,9[b]
EMAn, kcal/kg	3,350[a]	3,240[b]

Abdollahi et al., 2010

Retención de nutrientes, %
Broilers, 25 d

	MS	N	EB
Harina	77,6[a]	74,1[a]	81,3
Migas	76,5[b]	72,5[b]	81,2
Gránulo	75,4[c]	72,3[b]	80,8
EEM	0,53	0,78	0,46
P	***	**	NS

Serrano *et al.*, 2013

Broilers
Salmonella en ciego[1]

	Presentación		
Molienda	Harina	Gránulo	Media
Fina	4,21	4,56	4,38
Grosera	3,91	4,47	4,18
Media[2]	4,05[b]	4,51[a]	

[1] *Salmonella typhimurium* (log 10 UFC/g contenido cecal)
[2] EEM (n = 6) = 0,10

Huang *et al.*, 2006

Broilers
Coliformes[1]

	Harina	Gránulo	Media
Fino	6,8	7,6	7,2
Grosero	7,1	7,6	7,3
Media	7,0[b]	7,6[a]	

[1] Ileum (log UFC/g digesta)

Engberg *et al.*, 2002

Recomendaciones
Broilers

- ✓ Presentación del pienso
  - ✘ Migaja sin finos de 1 a 15 d
  - ✘ Gránulo (< 25-35% de finos) a partir de los 15 d
    - Mejor si < 3-3,5 mm ø
- ✓ Tamaño de partícula
  - ✘ Tan grueso como sea posible
    - Pero mantener integridad gránulo
  - ✘ Evitar finos, incluso en aves jóvenes
    - ⇩ Partículas < 1 mm
    - Adicionar grasa
- ✓ Procesos entéricos: ⇧ Tam. Partícula, harina, trigo entero

Recomendaciones
Ponedoras

- ✓ Presentación del pienso
  - ✘ Pollitas: migaja? Hasta las 16 sem
  - ✘ Puesta: harina sin finos
  - ✘ Añadir grasa y carbonato grueso (⇓ polvo)
- ✓ Tamaño de partícula
  - ✘ Evitar partículas finas (< 1mm): ⇓ Consumo (inicio puesta)
  - ✘ Evitar partículas groseras (> 3,2 mm): ↑ Selección
- ✓ moliendas uniformes
  - ✘ GMD ± GSD
  - ✘ Martillo vs, rodillo
  - ✘ Tipo de cereal

Gracias

MADRID
3 y 4 OCTUBRE 2018
LV SYMPOSIUM CIENTÍFICO DE AVICULTURA

Presentación del pienso[1]
Desarrollo de la molleja, 21 d

	Vacío (% PV)	Contenido fresco (%)	pH
Presentación			
Gránulo	1,11[b]	18,4[b]	4,13[a]
Harina	1,61[a]	31,1[a]	3,50[b]
Inclusión de fibra			
Control	1,02[b]	12,1[b]	4,31[a]
Fibra	1,43[a]	26,4[a]	3,70[b]

[1]Promedio de 7 tratamientos; control y C. avena, C. girasol y C. arroz, SFH, y RH a 2,5 y 5,0% inclusión

Jiménez-Moreno et al,, 2017

Grano de trigo en broilers

Ventajas

- ✓ ↓ Tamaño partícula en molleja
- ✓ ↑ Peso, actividad y estructura del TGI
  - ✗ ↑ Peso molleja
  - ✗ ↓ pH de la molleja
    - ↓ Patógenos
    - ↑ enzimas
  - ✗ ↑ Funcionamiento de los ciegos (?)
    - Calidad de la yacija
- ✓ ↓ Costo de pienso (?)
- ✓ ↑ Capacidad de fabricación

Grano de trigo en broilers

Inconvenientes

- ✓ Manejo de la alimentación
  - ✗ Pérdida de uniformidad
  - ✗ Dilución de aditivos
  - ✗ Retirada del pienso larga (Δ 2-4 h)
- ✓ Control de la higiene del grano entero
- ✓ Pérdida de rendimientos
  - ✗ Canal y partes nobles

Effect of Whole Wheat on pH and Gut Microflora

	Ground wheat	**Whole wheat**
Gizzard pH	3,34[a]	2,88[b]
Anaerobic bacteria in gizzard, log cfu/g	7,98[a]	7,56[b]
C, perfringens in ileum, log cfu/g	6,44	5,72
Lactobacilli in jejunum, log cfu/g	7,53[b]	8,28[a]

(Engberg et al,, 2004)

Effect of Grain Particle Size in Pelleted Feed on Broilers

Grain – Microns	Gain (g)	FI (g)	FCR (g:g)	Gizzard (g/kg BW)
Wheat – 284	888	1357	1,53	9
Wheat – 890	872	1262	1,47	10
Corn – 297	823	1191	1,45	9
Corn – 528	870	1173	1,36	13

Pelleted Diets, 21 d Cage Study

(Amerah et al,, 2008)

WHOLE GRAIN DIET
MASH GRAIN DIET
BROILER CHICKENS
57 DAYS OF AGE

Trigo entero
Pellets, broilers (11-20 d)

	Trigo molido	Trigo entero[1]	P
GMD, g	514	503	NS
IC, g/g	1,44	1,46	NS
CD del almidón, %			
Retención	96	99	**
CDIA	93	99	**
Amilasa[2]	104	168	+
Ácidos biliares[3]	3,6	5,7	***

[1]37% trigo entero
[2]U/g [3]mg/g alimento, en el jejuno

Svihus *et al,,* 2004

Pellets, broilers
Utilización de nutrientes

	Frío (< 40 ºC)	Caliente (90 ºC)
EMAn, kcal/kg	2,890[a]	2,700[b]
Viscosidad ileal (cP)	26,6[b]	80,8[a]
Digestibilidad (%)		
Almidón	96[a]	93[b]
Grasa	66[a]	53[b]
Proteía bruta	68[a]	64[a]
I, conversión	1,60[b]	1,85[a]

Svihus, 2010

Recomendaciones GMD

Broilers, harina

Edad, d	GMD, µm
1-7	900 a 1.100
7-21	1.100 a 1.300
21-sacrificio	1.300 a 1.500

Fuente: Amerah et al., 2007; Nir y Ptichi, 2001