

# Alimentos para Acuicultura: Fabricación y calidad



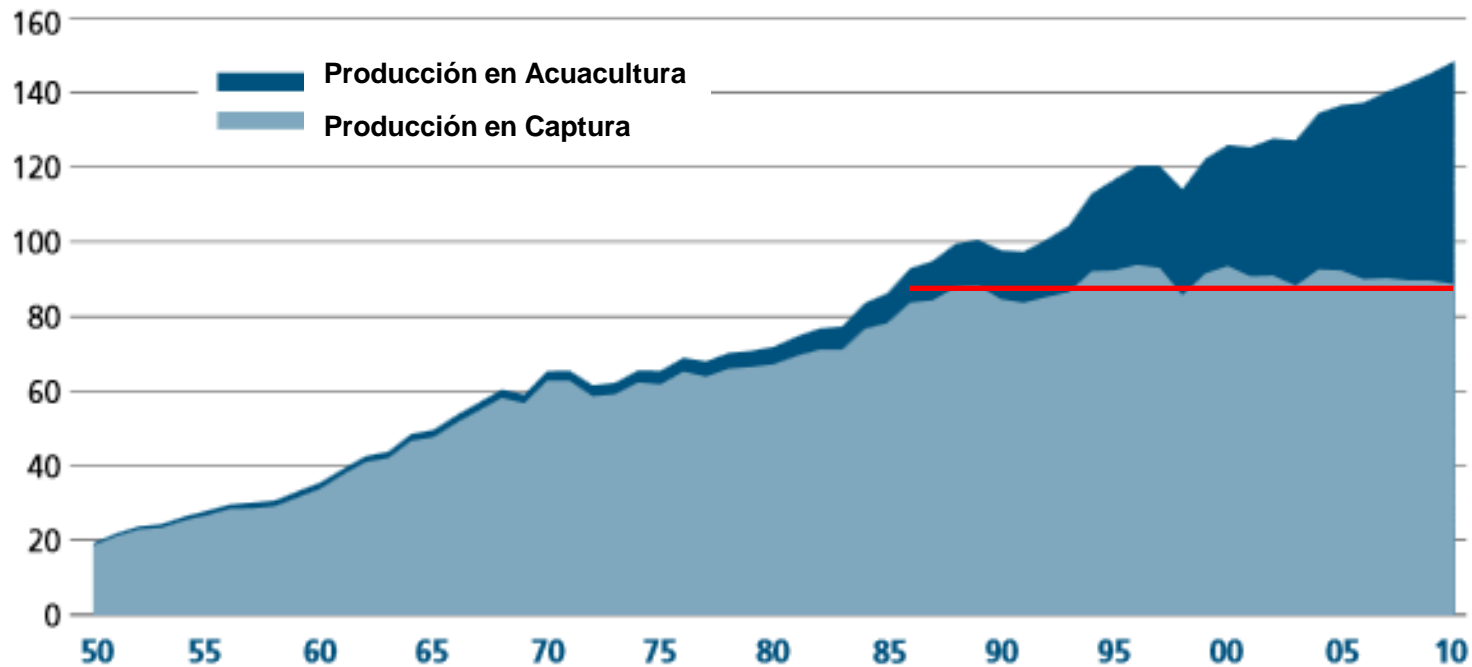
IV Congreso Nacional de Nutrición Animal y Producción de Alimentos Balanceados

Diego González Vargas  
Setiembre 2014



# Crecimiento de la Acuicultura FAO 2012

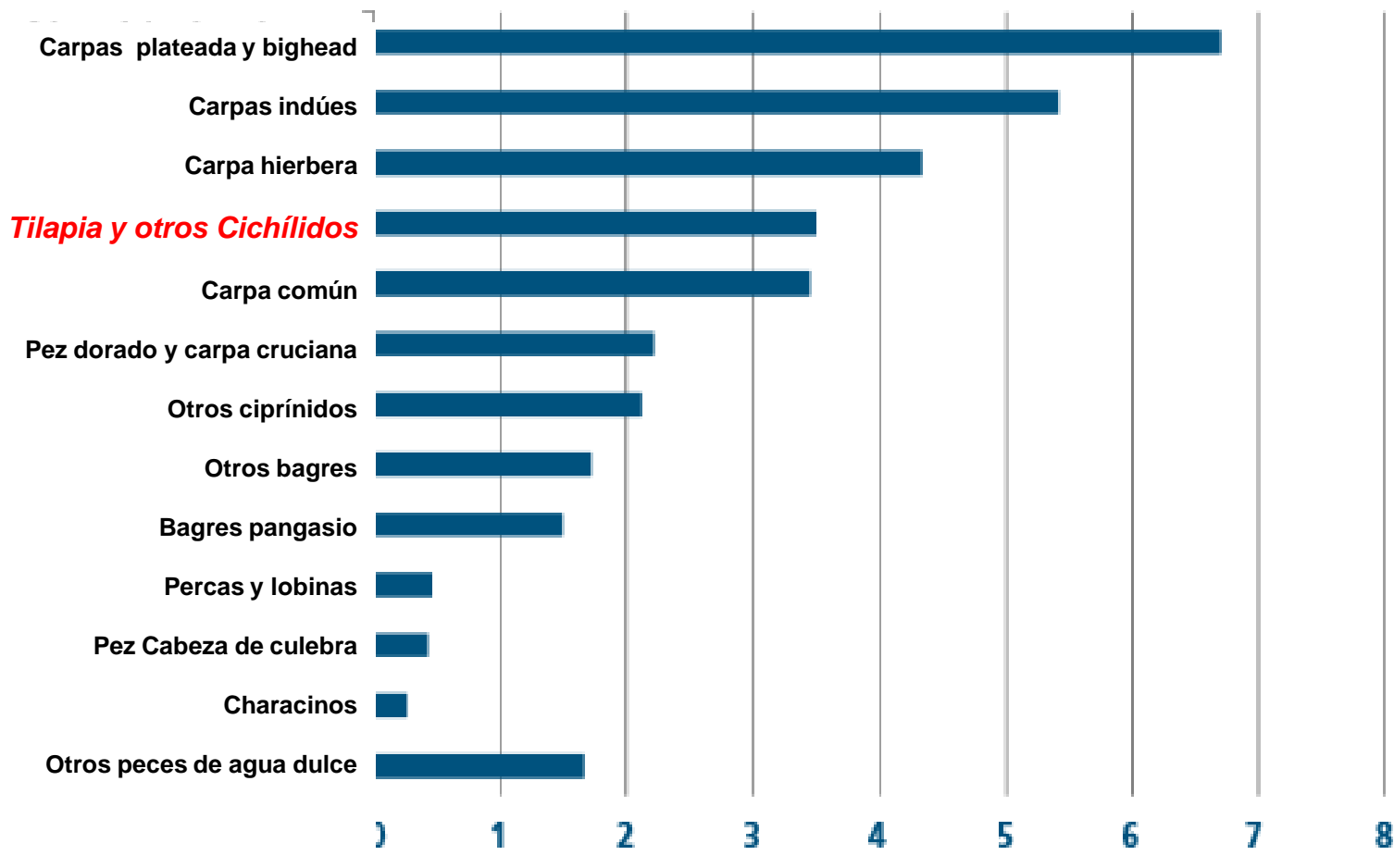
Millones TM



# Crecimiento de la Acuicultura

## FAO 2012

Producción Anual de peces de agua dulce Millones TM



# **Futuro de los alimentos para Acuicultura**

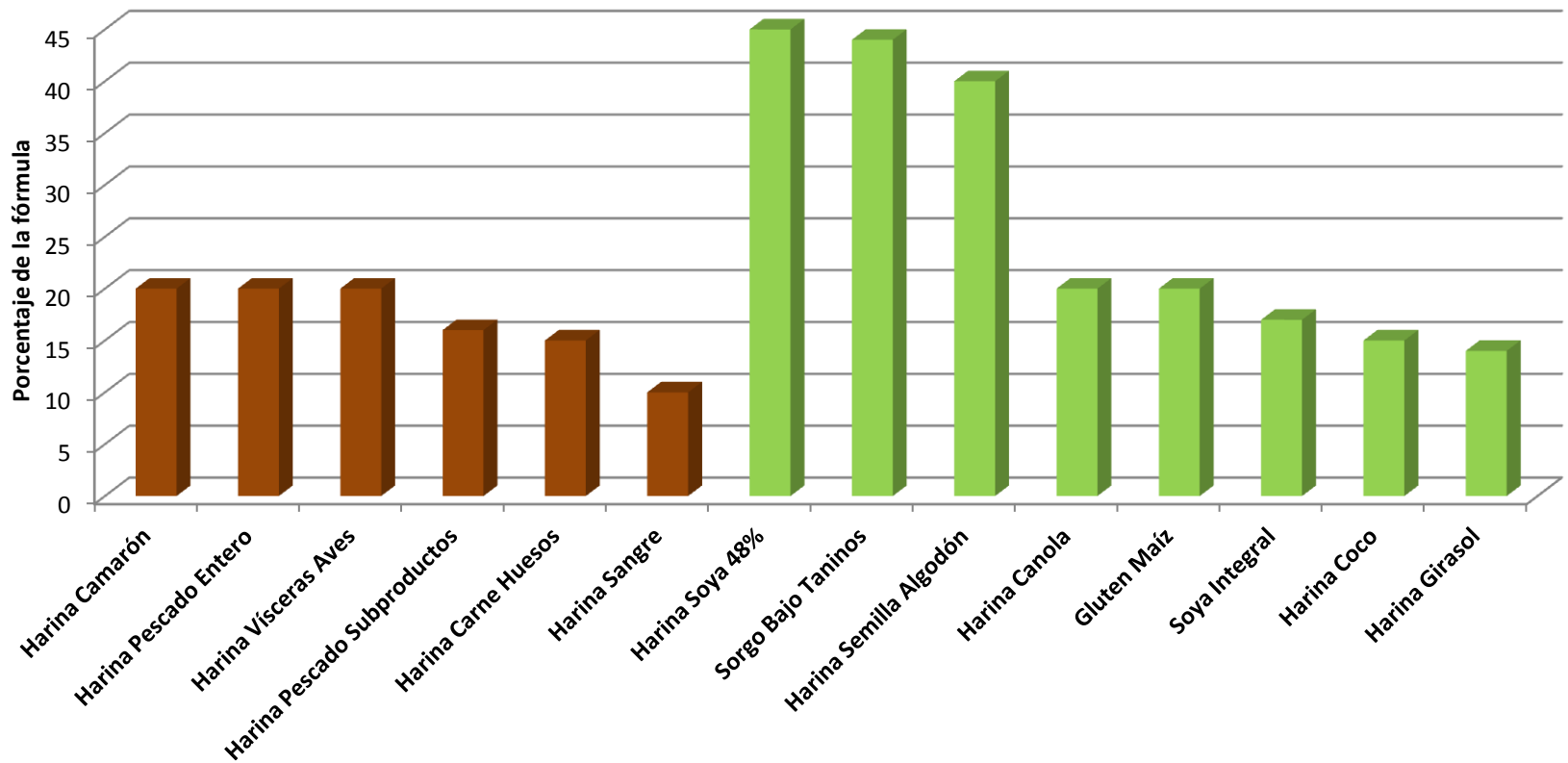
- 1. Más proteínas vegetales y extractos de proteínas animales**
- 2. Mejor conversión con menor excreción de nutrientes**
- 3. Mínimo riesgo para la salud humana**

# 1. Más proteínas vegetales y extractos de proteínas animales

- La mayoría de las especies requieren altos niveles de proteína y grasa con mínimos de ácidos grasos Omega 3 y 6
- En los próximos 30-40 años se estima:
  - Demanda de alimento: 60-120 MTM
  - Oferta global de Harina de Pescado para Acuicultura: 1.7 MTM
  - Niveles de Harina de Pescado: 1.4 - 2.8%
- Demanda de aceite de pescado es 40% de la oferta

# 1. Más proteínas vegetales y extractos de proteínas animales

Niveles de inclusión máximos o recomendados de ingredientes en alimentos para Tilapias  
(El Sayed 2006, Furuya 2010)



# Futuro de los alimentos para Acuicultura

1. Más proteínas vegetales y extractos de proteínas animales
- 2. Mejor conversión con menor excreción de nutrientes**
3. Mínimo riesgo para la salud humana

## 2. Mejor conversión con menor excreción de nutrientes

- 🐟 Formulación: Nutrientes digestibles y menos proteína cruda
- 🐟 Enzimas exógenas
- 🐟 Salud gastrointestinal
- 🐟 Ingredientes específicos con mejor absorción y utilización

# Nutrientes Digestibles



Nutriente Ingerido

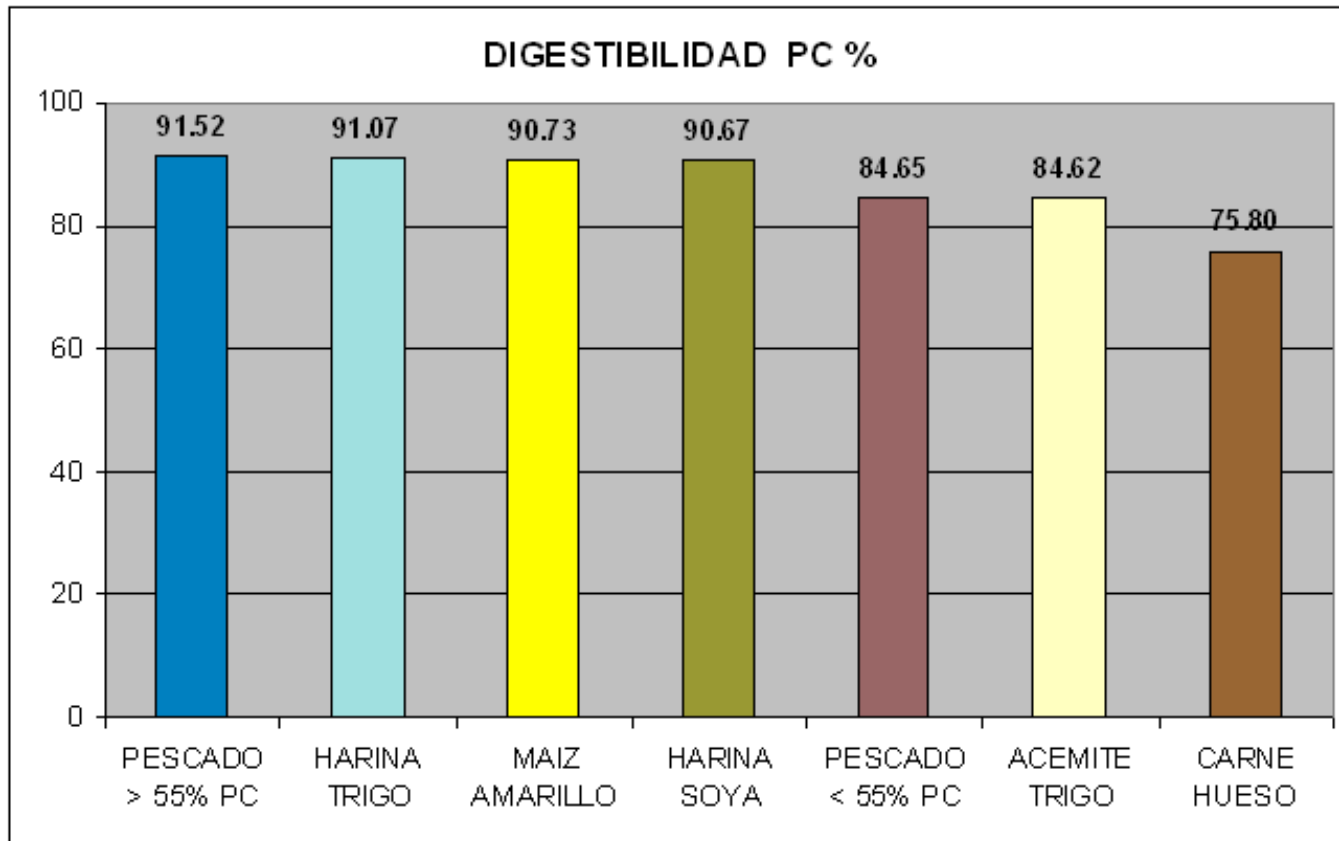


Nutriente Excretado

# Reportes publicados de Digestibilidad *in vivo* Tilapias

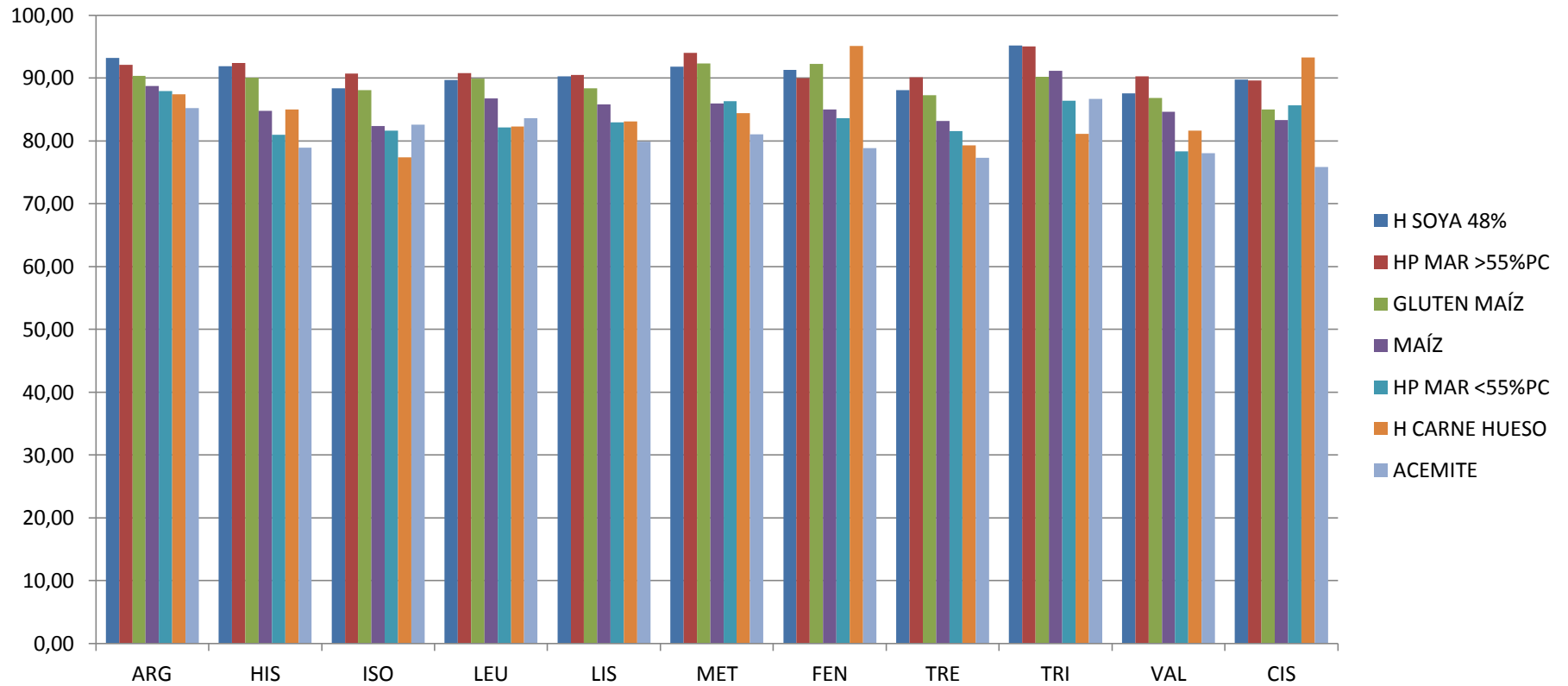
Ingrediente	Proteína	Aminoácidos	Energía
Maíz amarillo	6	3	7
DDGS	?	?	1
Harina Soya 48%	10	5	12
Gluten Maíz 60%	4	3	8
Trigo Grano	1	0	3
Trigo Acemite	4	3	5
Trigo Harina	4	0	4
Arroz Puntilla	1	0	0
Arroz Semolina	?	?	2
Coquito Palma 9% EE	1	0	2
Harina Pescado Mar	12	5	8
Harina Carne Hueso	4	2	2
Harina Subproductos Aves	6	1	5
Harina Plumas	2	1	1

# Nutrientes Digestibles

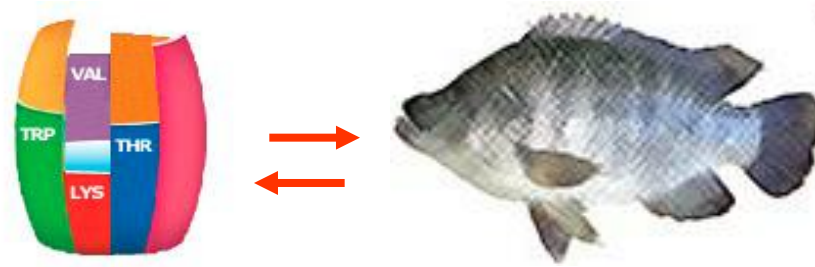


# Nutrientes Digestibles

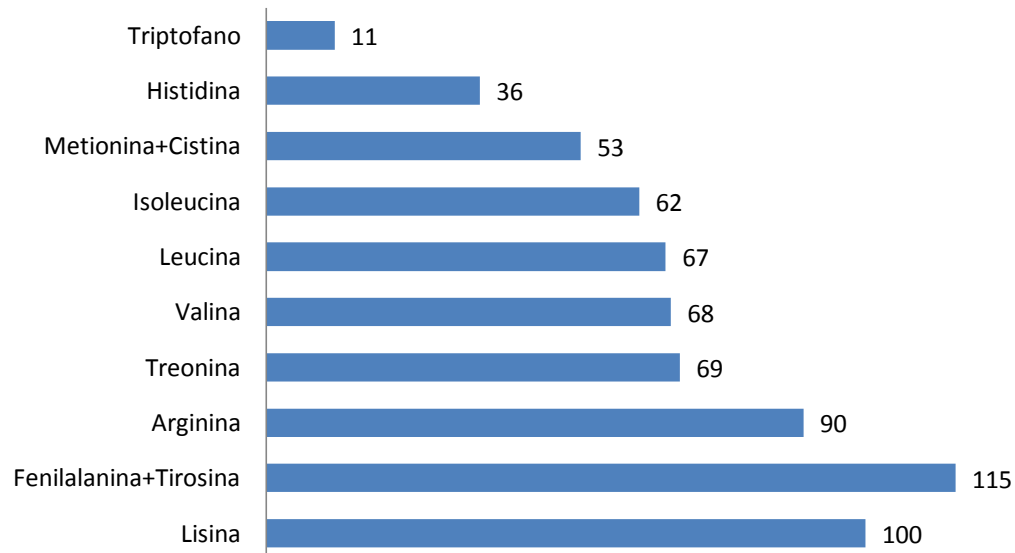
% Digestibilidad *in vivo* de Aminoácidos en Tilapias



# Aminoácidos: Perfil Ideal

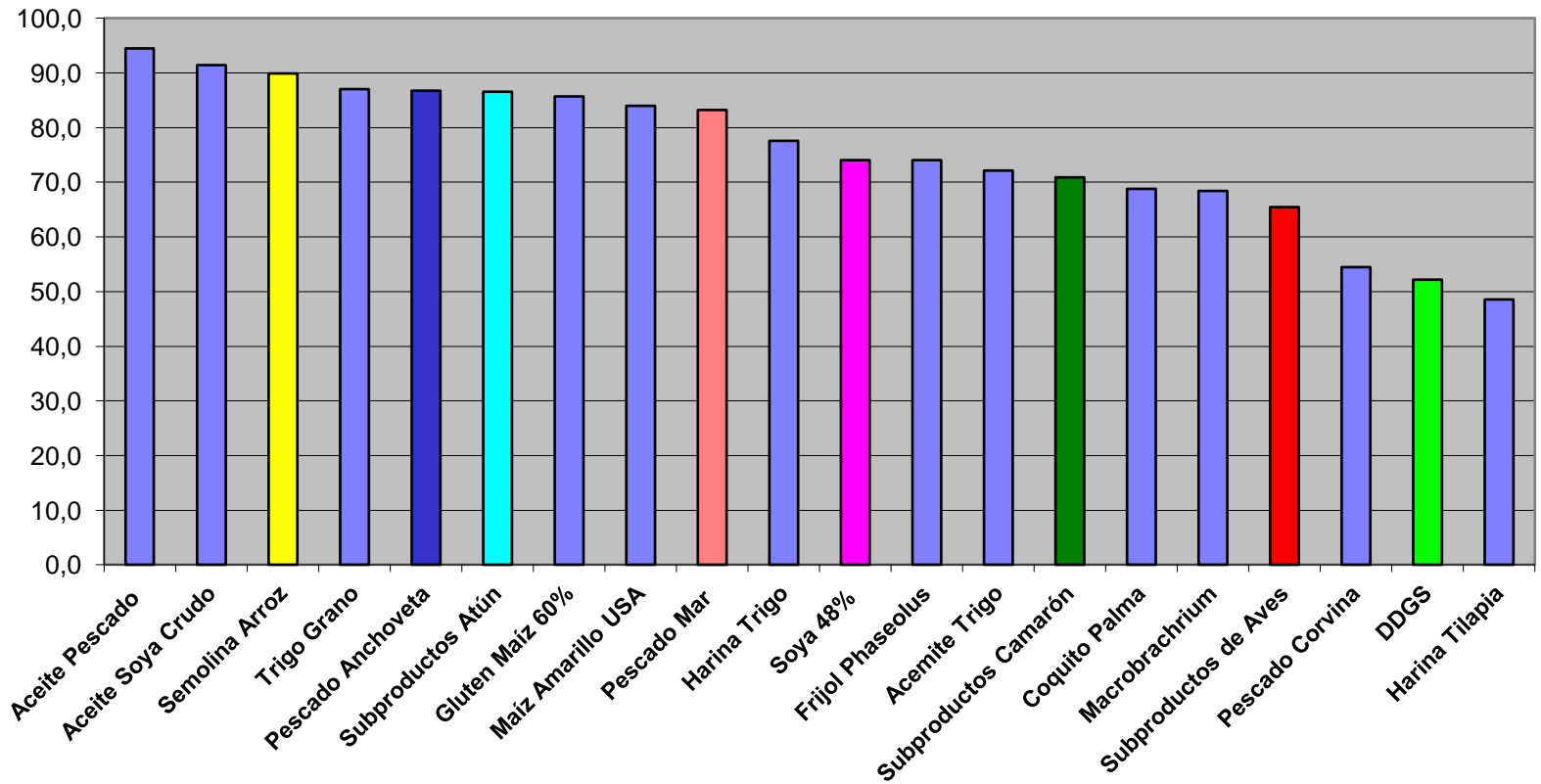


## Perfil ideal de Aminoácidos en Tilapias según la composición corporal (Furuya 2011)

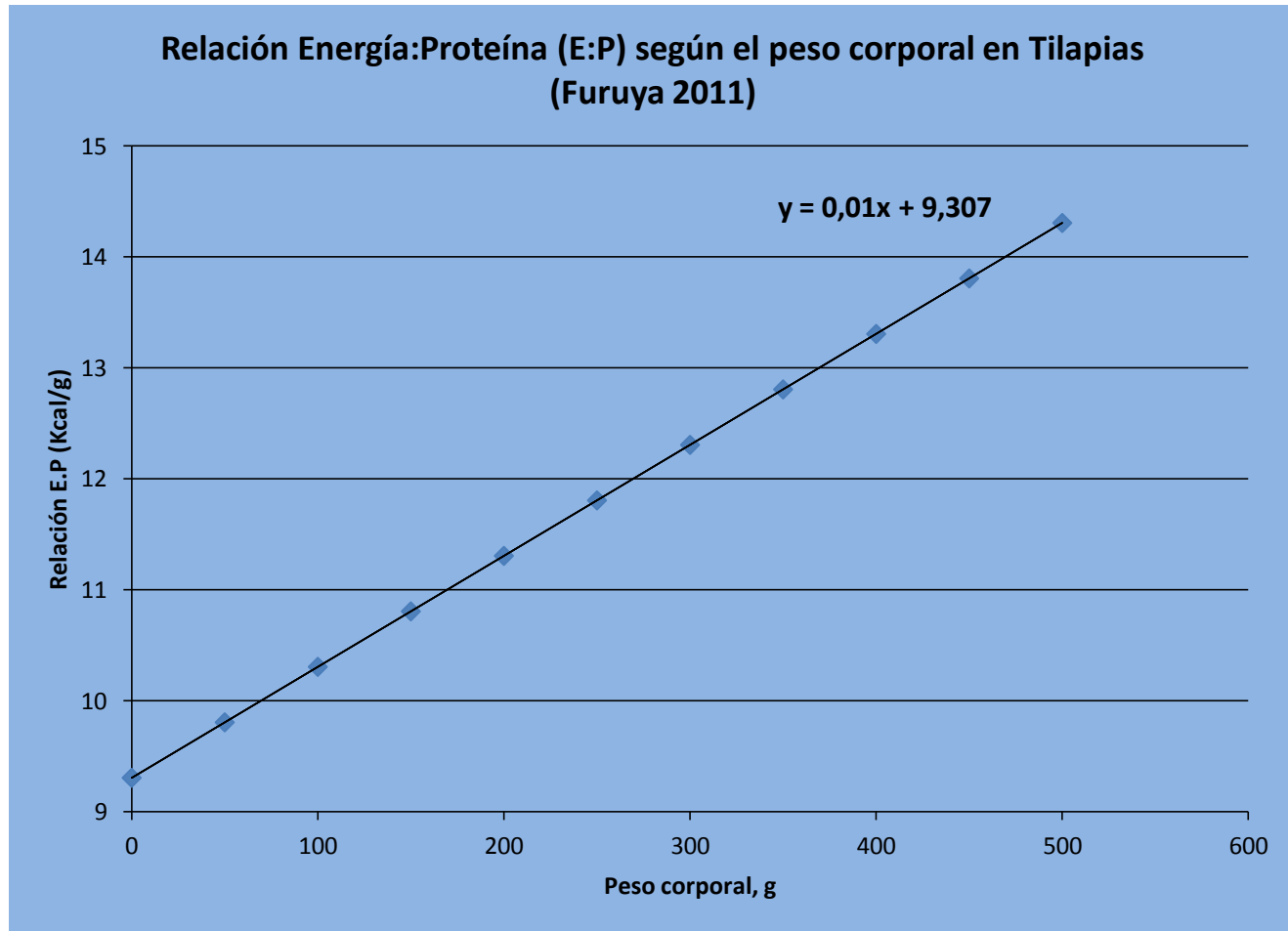


# Nutrientes Digestibles

% DIGESTIBILIDAD DE ENERGÍA BRUTA



# Relación Energía:Proteína



## 2. Mejor conversión con menor excreción de nutrientes

 Formulación: Nutrientes digestibles y menos proteína cruda

 Enzimas exógenas

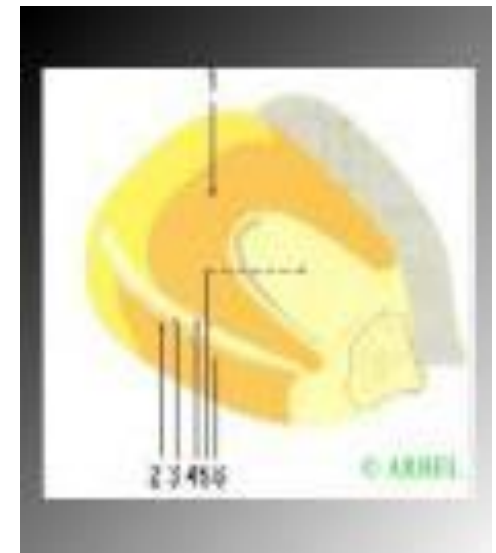
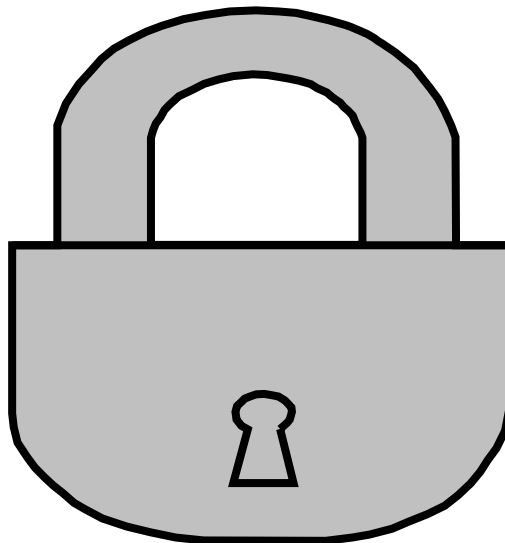
 Salud gastrointestinal

 Ingredientes específicos con mejor absorción y utilización

# Enzimas exógenas



**Fitasas,  
Beta Glucanasas  
Xilanasas,  
Proteasas,  
Mananasas**



# Enzimas exógenas: Fitasa

Espece	Dosis U*/kg Enzima "X"	% Fósforo Disponible liberado	Mayores ingredientes en la dieta
Trucha	2000	0.19	Harina de Pescado Harina de Soya Concentrado de Soya
Carpa	750	0.20	Harina de Pescado Harina de Soya Subproductos Trigo
Tilapia nilótica	1000	0.10	Harina de Soya Trigo Maíz
Tilapia roja	1000	0.14	Harina de Soya Salvado de Arroz Arroz quebrado
Bagre	1000	0.15	Harina de Soya Maíz H de Semilla de Algodón
Róbalo	1000	0.29	Harina de Pescado Harina de Soya

**\*Cantidad de enzima que libera 1 umol de Fosfato Inorgánico a pH 5.5 y 37 °C.  
D. Nickell, 2005.**

# Enzimas exógenas

- **Información técnica y literatura científica confiable son limitadas**
- **Pocas enzimas en presentación líquida y su costo es mayor que en polvo**
- **Enzimas resistentes a peletización pero no a extrusión**
- **Aplicación debe ser por aspersion posterior al secado y previo al recubrimiento con aceites**

## 2. Mejor conversión con menor excreción de nutrientes

 Formulación: Nutrientes digestibles y menos proteína cruda

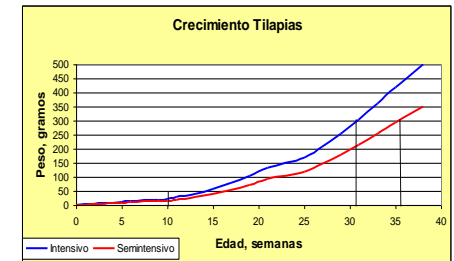
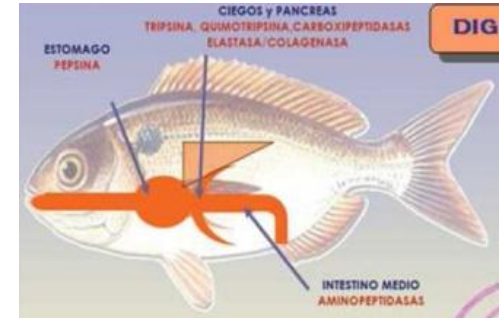
 Enzimas exógenas

 **Salud gastrointestinal**

 Ingredientes específicos con mejor absorción y utilización

# Salud gastrointestinal

- Mejor digestión y absorción
- Mejores rendimientos técnicos
- Mayor seguridad alimentaria



# Salud gastrointestinal

## ✿ Antibióticos Promotores del Crecimiento: APC (AGP)

## ✿ Modificadores del Ambiente Gastro-Entérico: MAG (GEMs)

- Ácidos Orgánicos (Láctico, Acético, Fumárico, Propiónico, Butírico, Benzóico)
- Probióticos o DFL (Lactobacillus, Bifidobacterium, etc.)
- Prebióticos (MOS, FOS, TOS, GOS, XOS, Inulina)
- Nutraceuticos o Fitogénicos (Hierbas, especies, aceites esenciales, saponinas)
- Fenoles



**RESITENCIA  
AL CALOR**

## 2. Mejor conversión con menor excreción de nutrientes

 **Formulación: Nutrientes digestibles y menos proteína cruda**

 **Enzimas exógenas**

 **Salud gastrointestinal**

 **Ingredientes específicos con mejor absorción y utilización**

# Ingredientes con mejor absorción y utilización

## Biodisponibilidad de diferentes fuentes de minerales traza (Ward 2004)

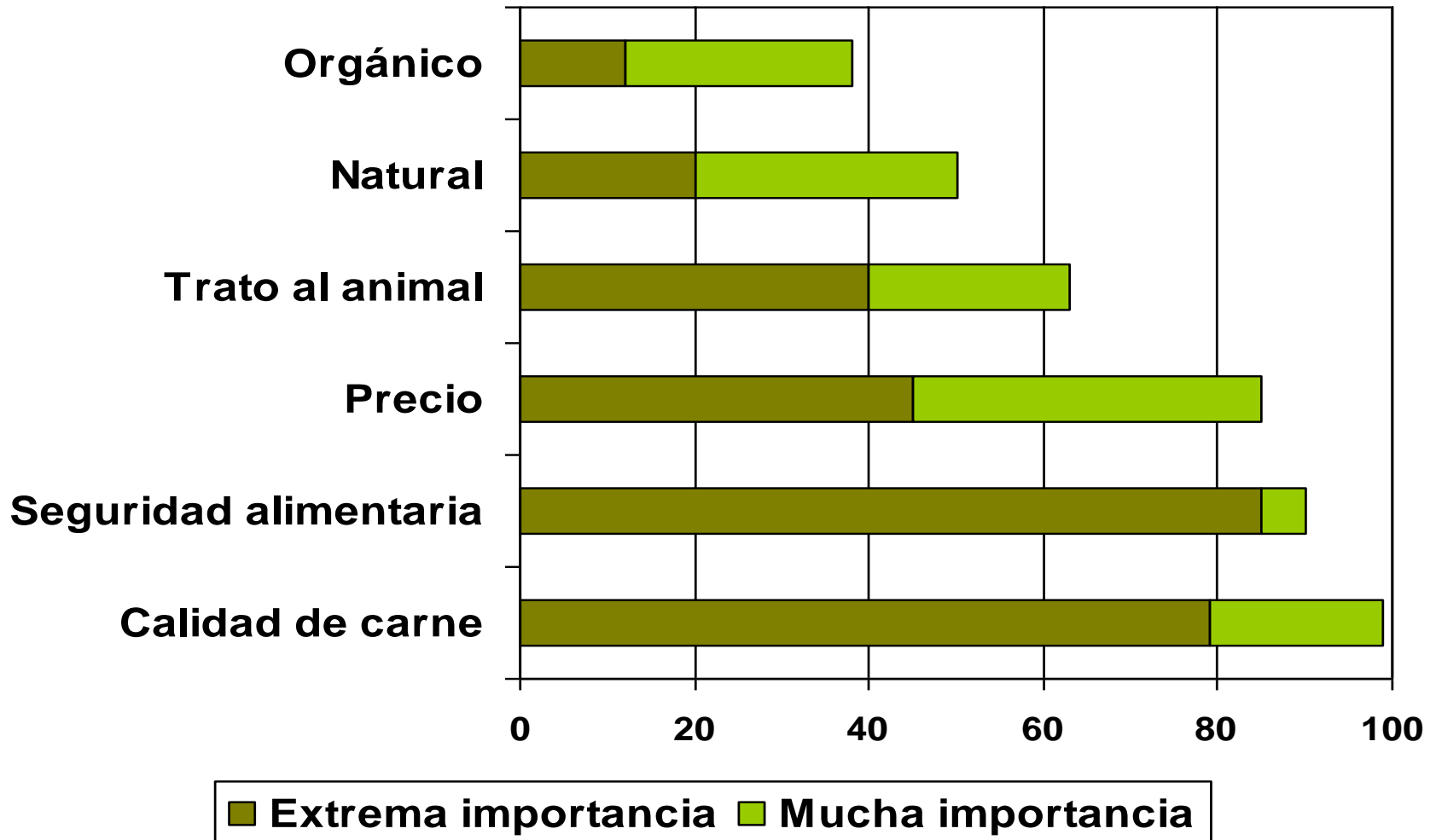
Elemento	Sulfato	Oxido	Carbonato	Cloruro	Quelato
Zinc	100	37 a 106	58 a 100	42 a 99	150 a 206
Manganeso	100	25 a 103	23 a 98	93 a 102	148 a 174

# Futuro de los alimentos para Acuicultura

1. Más proteínas vegetales y extractos de proteínas animales
2. Mejor conversión con menor excreción de nutrientes
3. **Mínimo riesgo para la salud humana**

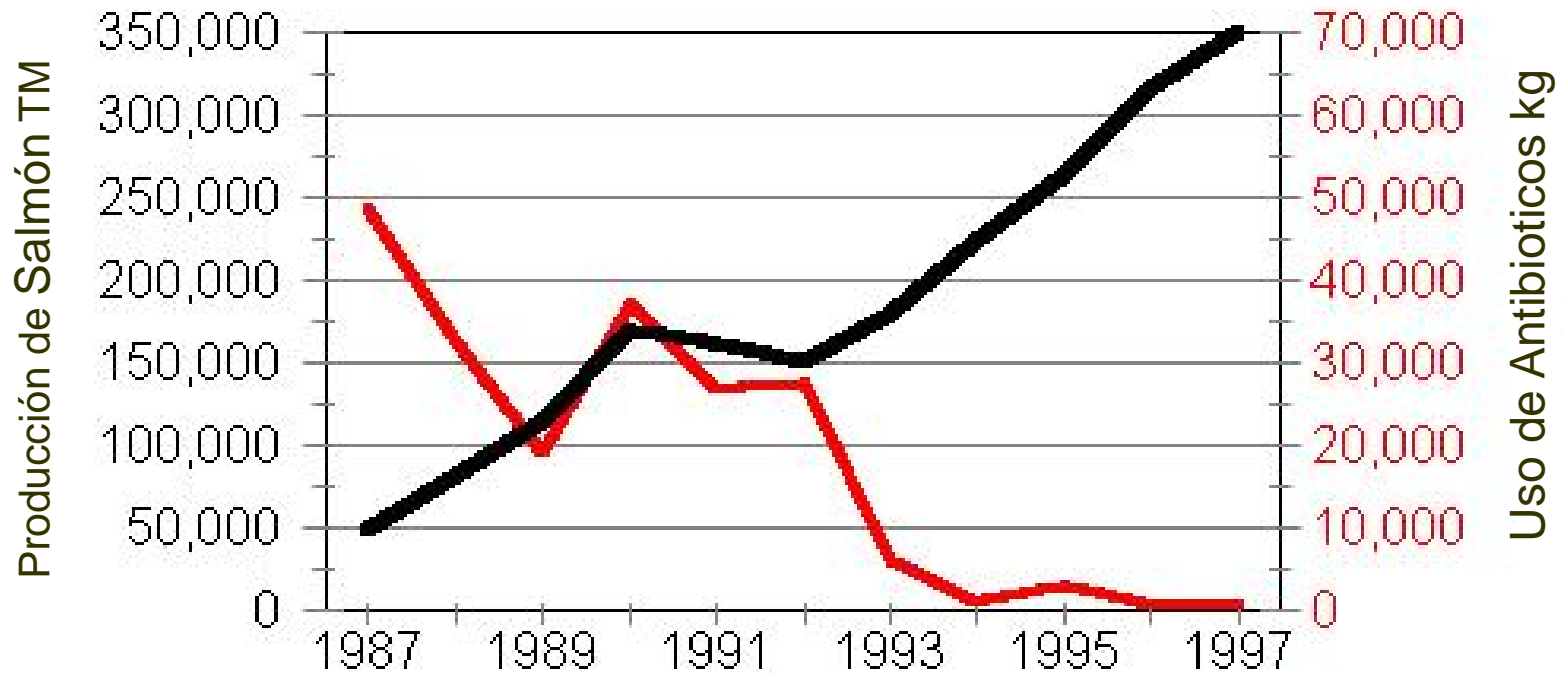
# 3. Mínimo riesgo para la salud humana

- Preferencias del consumidor – Carne de res (Feedstuffs 76,17 2004)



### 3. Mínimo riesgo para la salud humana

Producción de Salmón y uso de antibióticos en alimento - Noruega

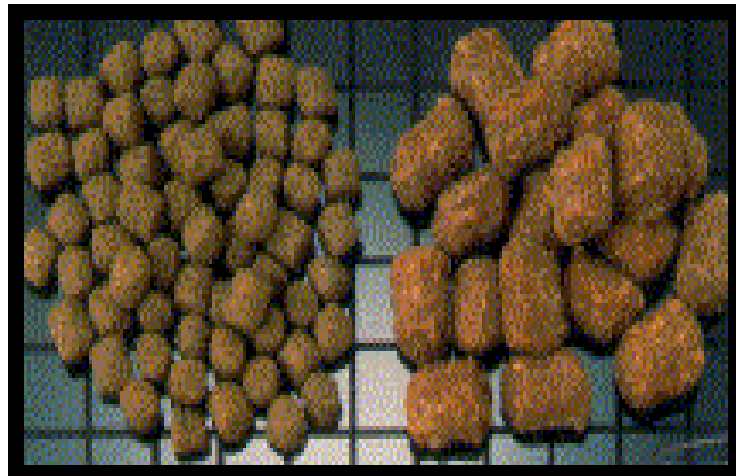


# Procesos de fabricación

Peletización

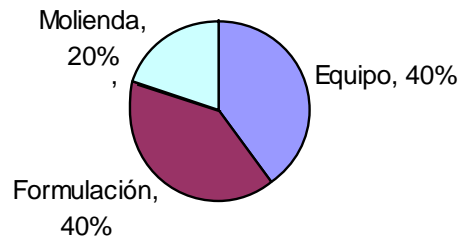


Extrusión



# Fabricación: ¿Dónde debe estar el énfasis?

## FABRICACIÓN



## COSTO

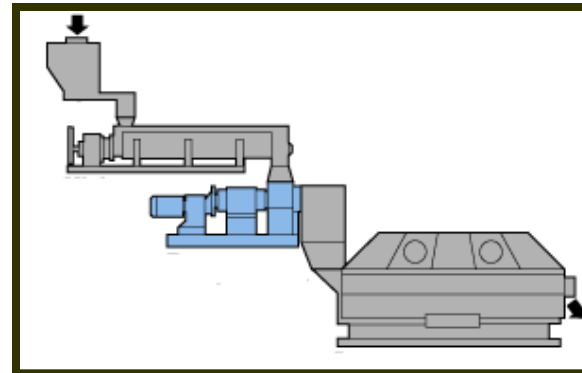


# Materias Primas

- Especie acuícola

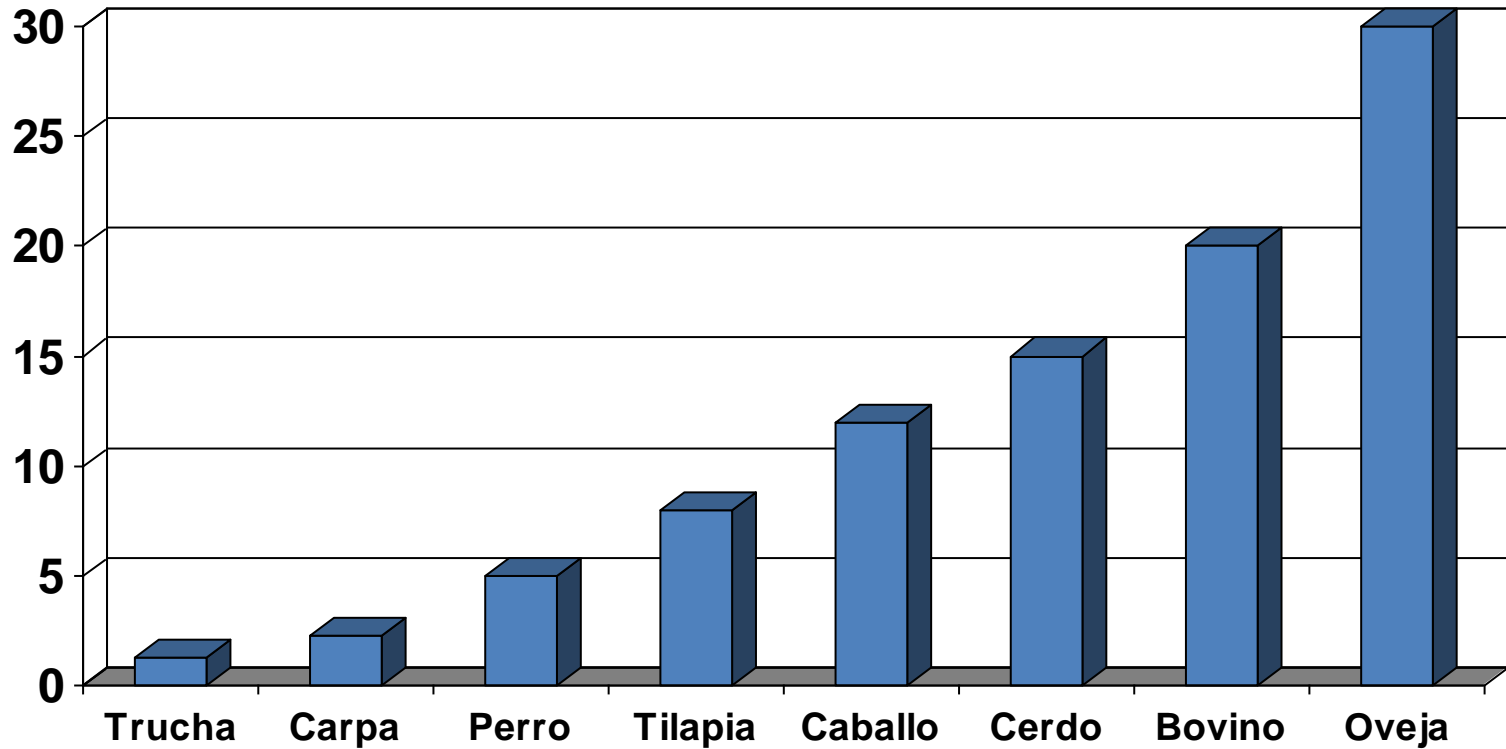


- Fabricación

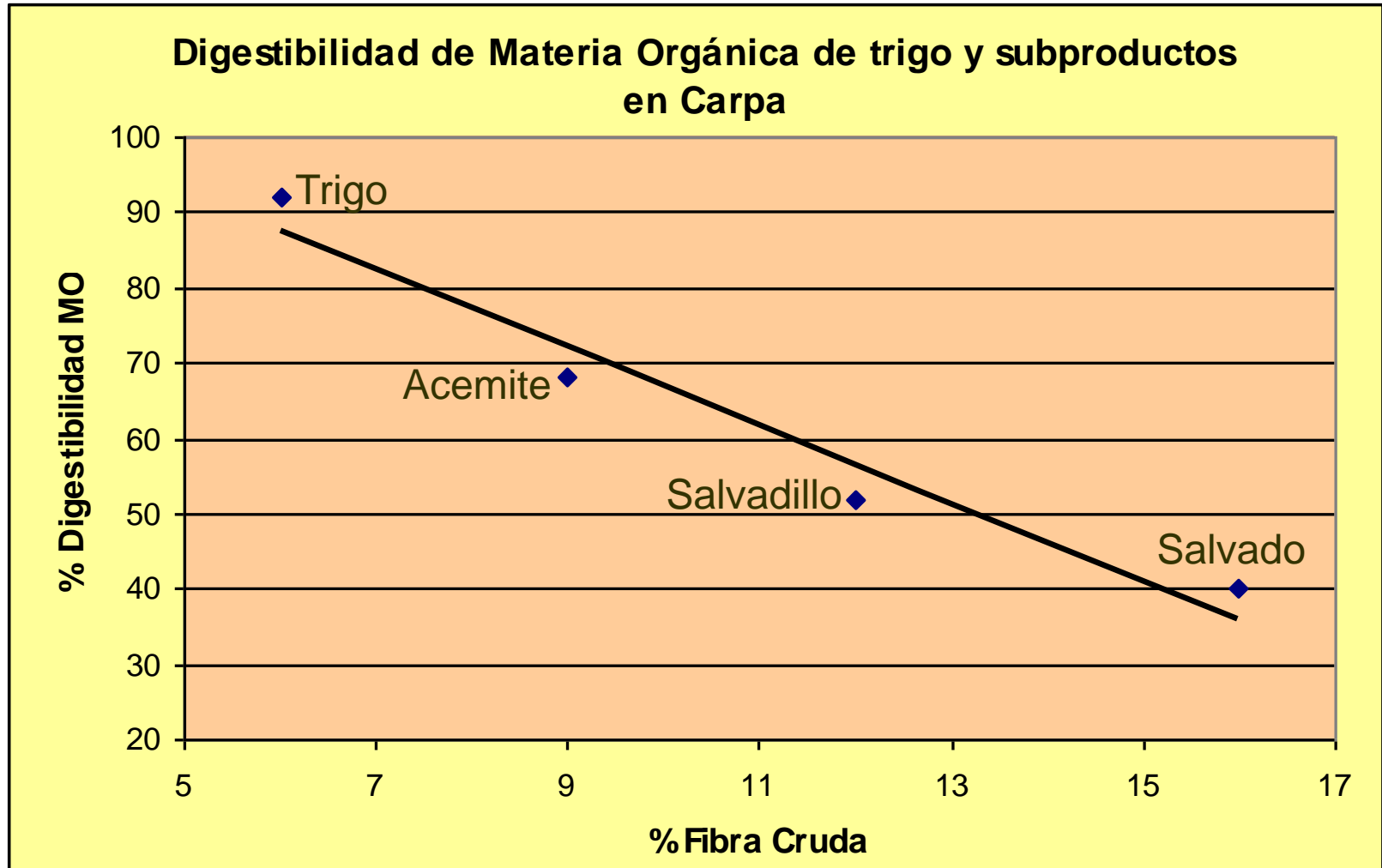


# Materias Primas: Especie acuícola

Largo de los intestinos relacionado con la longitud del cuerpo



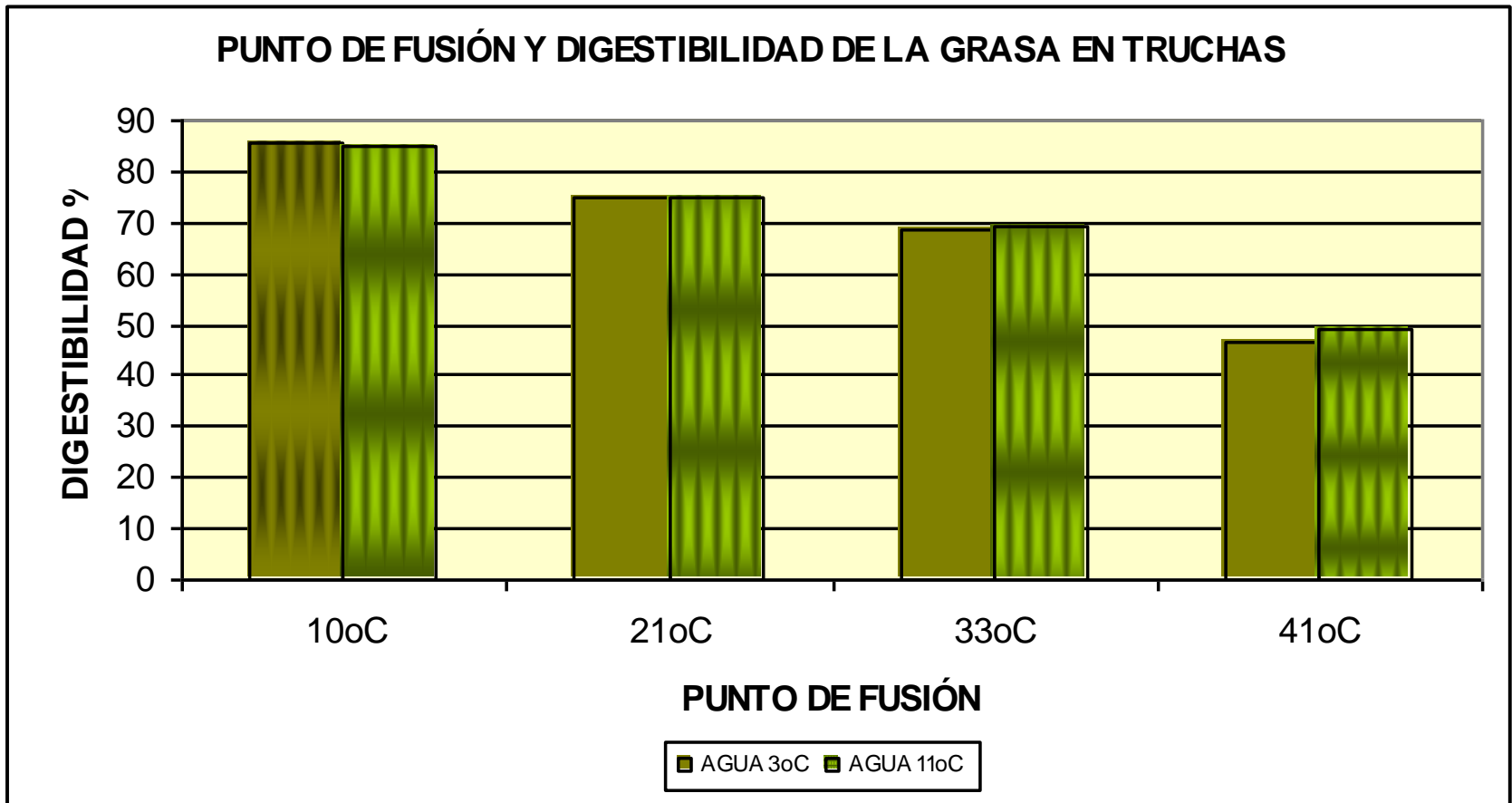
# Materias Primas : Especie Acuícola



## Materias Primas : Especie Acuícola

<b>Digestibilidad (%) de carbohidratos en salmónidos</b>		
<b>Carbohidrato</b>	<b>Trucha de riachuelo</b>	<b>Trucha arcoiris</b>
<b>Glucosa</b>	<b>99</b>	<b>79-90</b>
<b>Maltosa</b>	<b>92</b>	
<b>Sacarosa</b>		<b>73</b>
<b>Lactosa</b>	<b>60</b>	
<b>Dextrina</b>		<b>77-80</b>
<b>Almidón cocido</b>	<b>57</b>	<b>52-70</b>
<b>Almidón crudo</b>	<b>38</b>	<b>20-24</b>
<b>á-Celulosa</b>		<b>10-14</b>

# Materias Primas : Especie Acuicola



# **Materias Primas: Fabricación**

- **Composición química**
- **Grado de molienda**

# Materias Primas : Fabricación: Composición química

1. Almidón
2. Proteína funcional
3. Fibra Cruda
4. Cenizas
5. Grasa

# Almidón

- Favorece expansión y cohesión del pelet
- Dos formas químicas:

Amilosa:

- » cadena lineal de  $\alpha$ -Glucosa
- » mayor cohesión
- » tubérculos, cereales amilosos

Amilopectina:

- » cadena de  $\alpha$ -1-4 Glucosa con cadenas laterales de  $\alpha$ -1-4 Galactosa
- » menor cohesión

# Almidón en materias primas

<b>Ingrediente</b>	<b>Origen</b>	<b>Tablas*</b>	<b>Análisis**</b>
<b>Maíz</b>	<b>USA #2</b>	<b>60-62</b>	<b>51-64</b>
<b>Harina de trigo</b>	<b>CR #1</b>	<b>69-70</b>	<b>48-68</b>
<b>Acemite de trigo</b>	<b>CR #1</b>	<b>25-40</b>	<b>20-35</b>
	<b>CR #2</b>	<b>25-40</b>	<b>18-24</b>
<b>Salvadillo de trigo</b>	<b>CR #1</b>	<b>22-24</b>	<b>11-25</b>
<b>Millrun</b>	<b>Nicaragua</b>	<b>20-21</b>	<b>18-26</b>
<b>Puntilla de arroz</b>	<b>CR</b>	<b>75-77</b>	<b>70-86</b>
<b>Semolina de arroz</b>	<b>CR</b>	<b>40-41</b>	<b>22-31</b>
<b>Harina de frijol</b>	<b>CR</b>	<b>39-40</b>	<b>27-32</b>
<b>Gluten de maíz</b>	<b>USA</b>	<b>14-25</b>	<b>11-13</b>
<b>Harina de soya</b>	<b>USA/CR</b>	<b>2-3</b>	<b>3-5</b>

\*Método enzimático y/o ácido

\*\*Método enzimático

# Almidón en alimentos

<b>Tipo de alimento</b>	<b>Mínimo*</b>	<b>Mínimo (con proteína funcional)**</b>
<b>Flotante</b>	<b>20</b>	<b>15</b>
<b>Hundible</b>	<b>10</b>	<b>7</b>

\*Rokey, G. (2000) Raw Materials for Extrusion Processing. In: Aquaculture feed preparation, nutrition and feed management. Practical Short Course. Texas A&M University.

\*\* González, D. (2004) Experiencias en Costa Rica con balance de proteína funcional de harina de soya, frijol, gluten de maíz., etc con base en recomendación de Rokey, G.

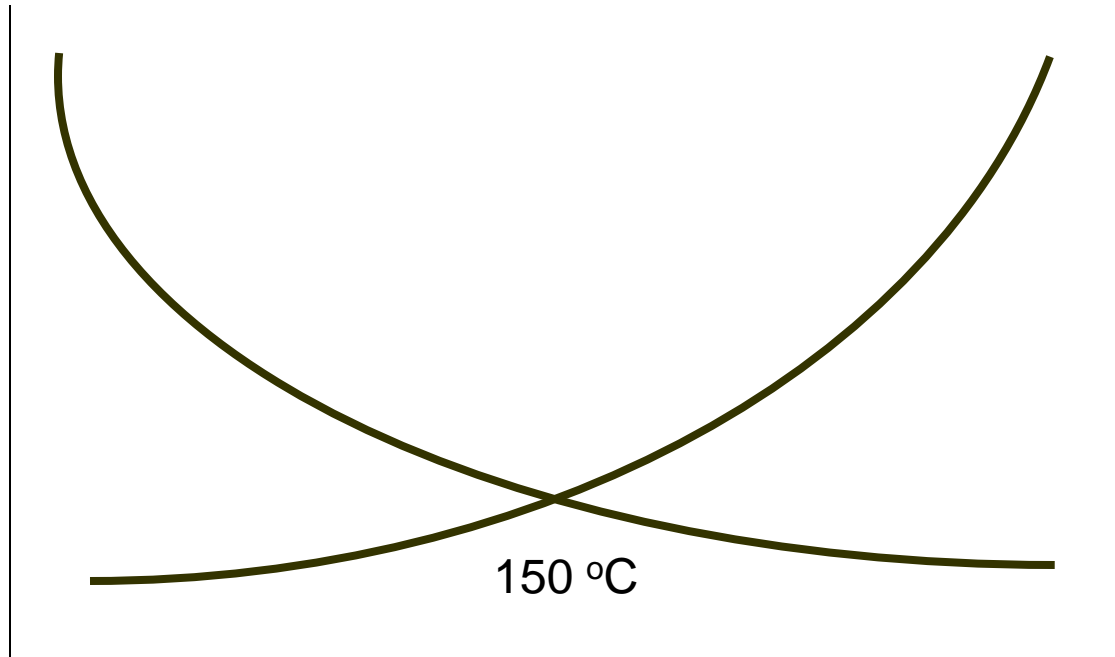
# Proteína funcional

- Aumenta absorción de agua
  - Promueve elasticidad
  - Favorece cohesión

# Proteína funcional

% Proteína soluble

% Proteína dañada por calor



Temperatura de proceso

		Grado de peletización/extrusión		
		Bajo	Medio	Alto
Abrasividad	Bajo	Salvado de trigo	Harina de Soya Harina de maní Maíz Gluten de maíz Acemite de trigo	Harina de Soya Harina de Trigo Harina de Yuca  Harina de maní
	Medio	Pescado importado Pulpa de cítricos		Puntilla de arroz
	Alto	Pescado local Carne y hueso	Harina de frijol	

# Materias Primas : Fabricación: Molienda

- Alimento en harina no debe contener partículas mayores de  $1/3$  del diámetro del dado de la peletizadora o extrusora ?
- Alimento debe molerse con una malla con aperturas no mayores a  $1/2$  del diámetro del dado de la peletizadora o extrusora

- El tamaño de la boca de los peces aumenta con la edad, pero su capacidad de digestión no aumenta proporcionalmente
- Pelets más grandes para peces más grandes, pero no con partículas mucho más grandes
- (preferible no usar mallas > 1.2 mm)

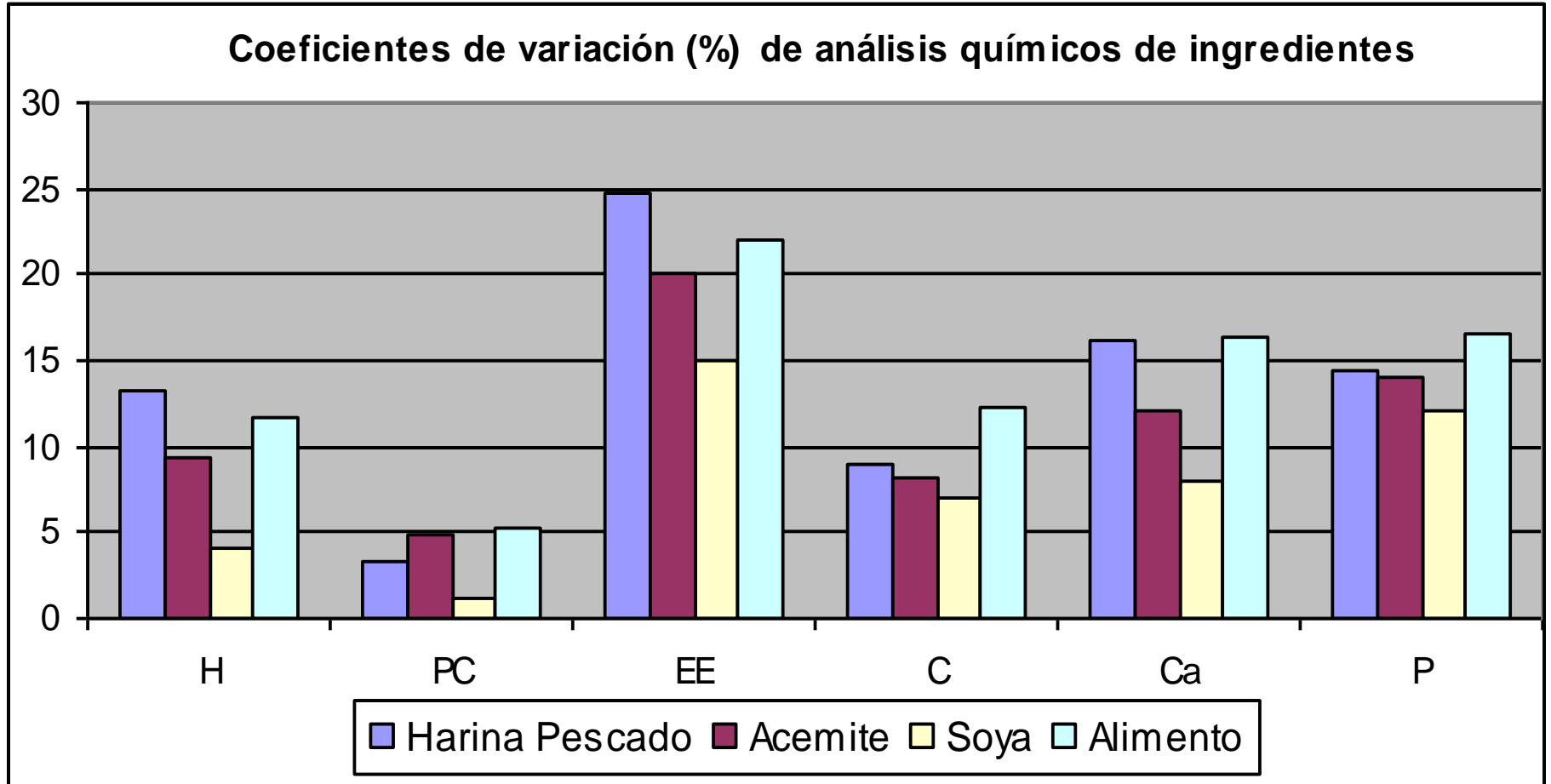


# Calidad

	<b>Químico</b>	<b>Físico</b>	<b>Microbiológico</b>
<b>Materia Prima</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Proceso</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<b>Producto Final</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Grado de efectividad: 0: innecesario, 1: mínimo, 3: máximo

# Análisis químicos

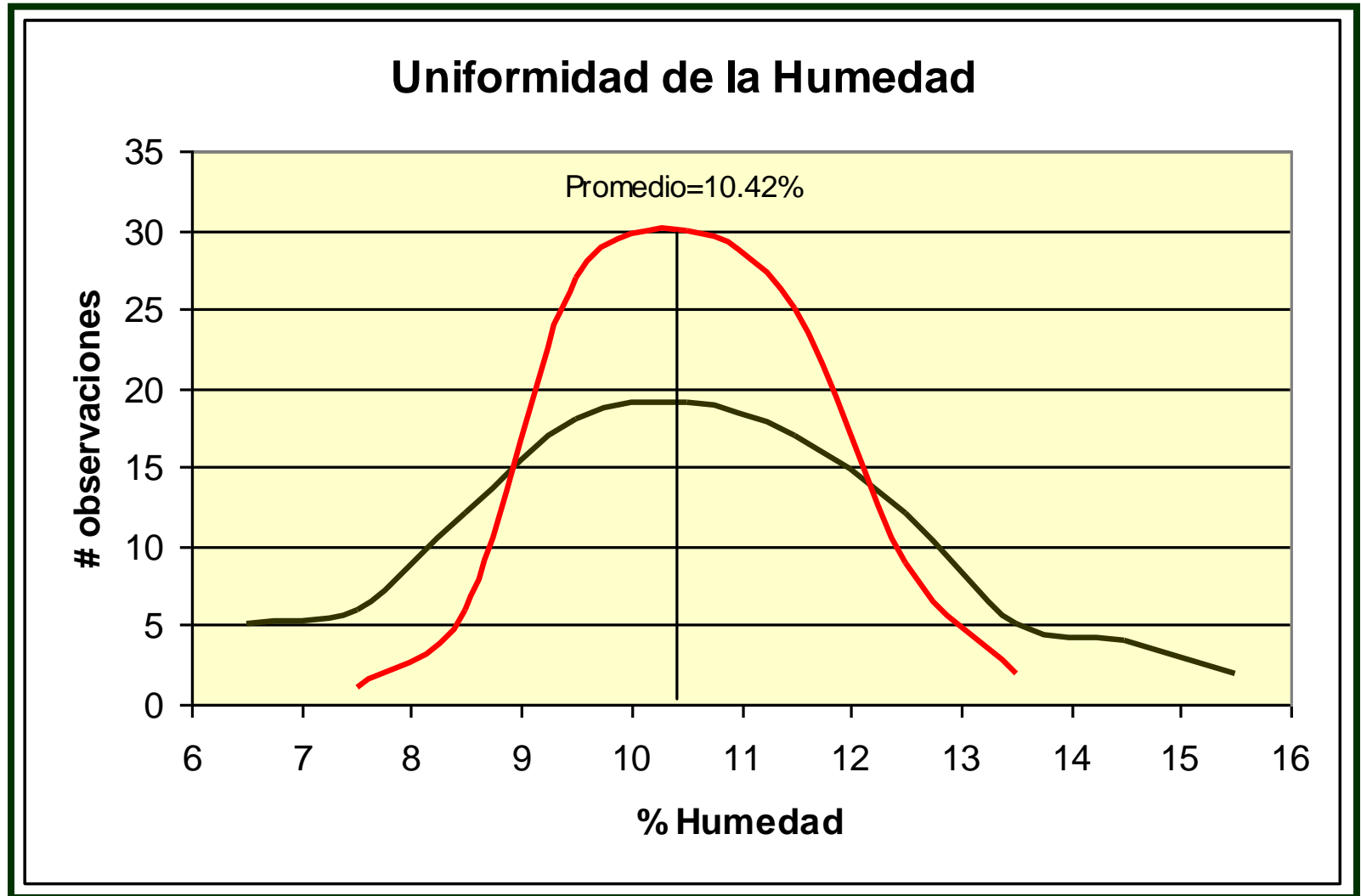


# Humedad

- Crítica para control de proceso y estabilidad del alimento
- Molienda ligera para minimizar pérdidas
- Determinación de máximos y uniformidad



# Humedad: Uniformidad



# Análisis físicos

- Flotabilidad o Flotación (0-100%)
- Finos y PDI
- Dimensiones (diámetro, largo)
- Densidad
- Hidroestabilidad

# Flotabilidad

- Limpieza del agua
- Temperatura del agua
- Densidad del agua
- Relación # pelets:  
volumen de agua

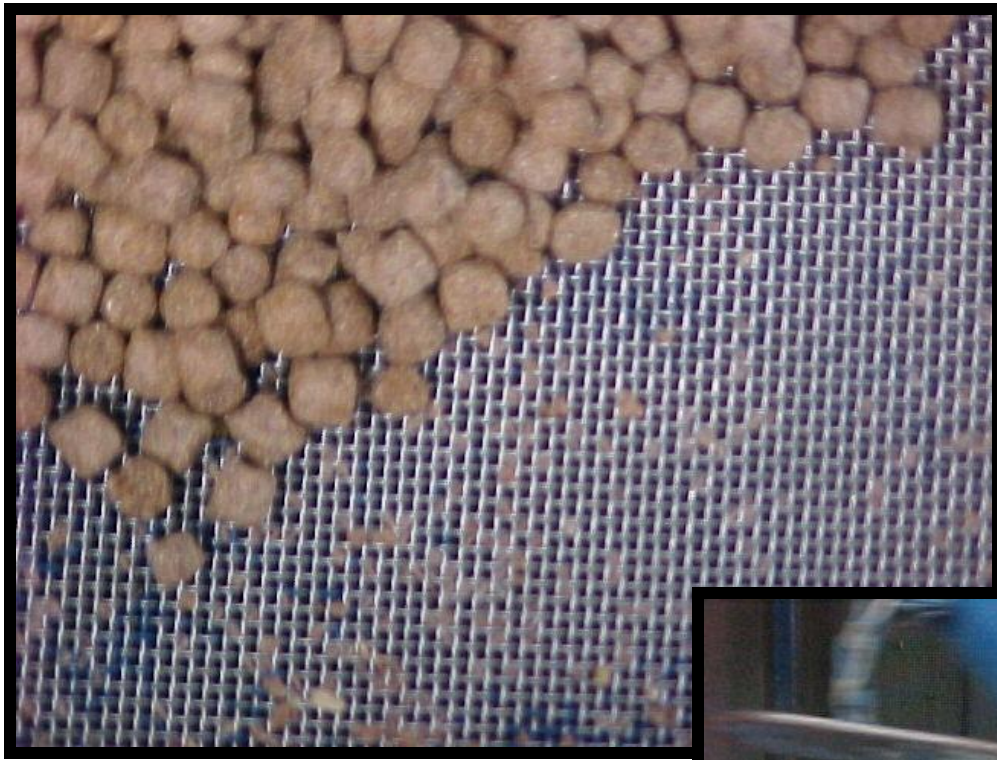




# Porcentaje de Finos

- Definición del tamaño de los finos (Ej: Malla #20 = 0.84 mm)
- Muestreo y tamaño de muestra
- Tipo de zaranda y movimiento
- Relación tamaño de muestra: área de zaranda

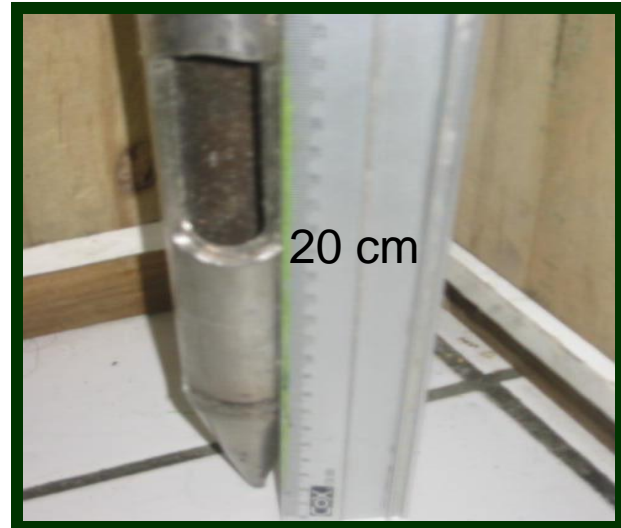




**Tamaño de finos**



# Muestreo y tamaño de muestra



# Tipo de zaranda y movimiento

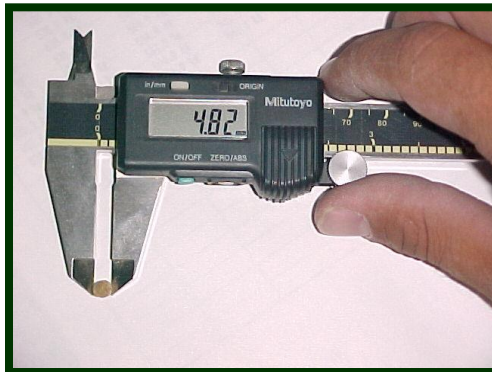
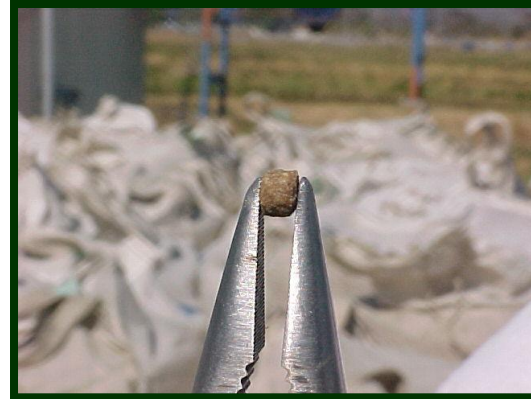


# Dimensiones

Diámetro



Largo



**Muchas gracias**

