

Seminario Internacional en Producción Acuícola
San Juan de Pasto, 29 de septiembre a 1º de octubre de 2004

Alimentación y Nutrición de Organismos Acuáticos

La investigación como factor determinante para optimizar la producción

Adriana Patricia Muñoz Ramírez
Zootecnista, M.Sc.



• Con el continuo crecimiento de la acuicultura, debemos estar preparados para:

- **Limitaciones** venideras de los **principales ingredientes** utilizados

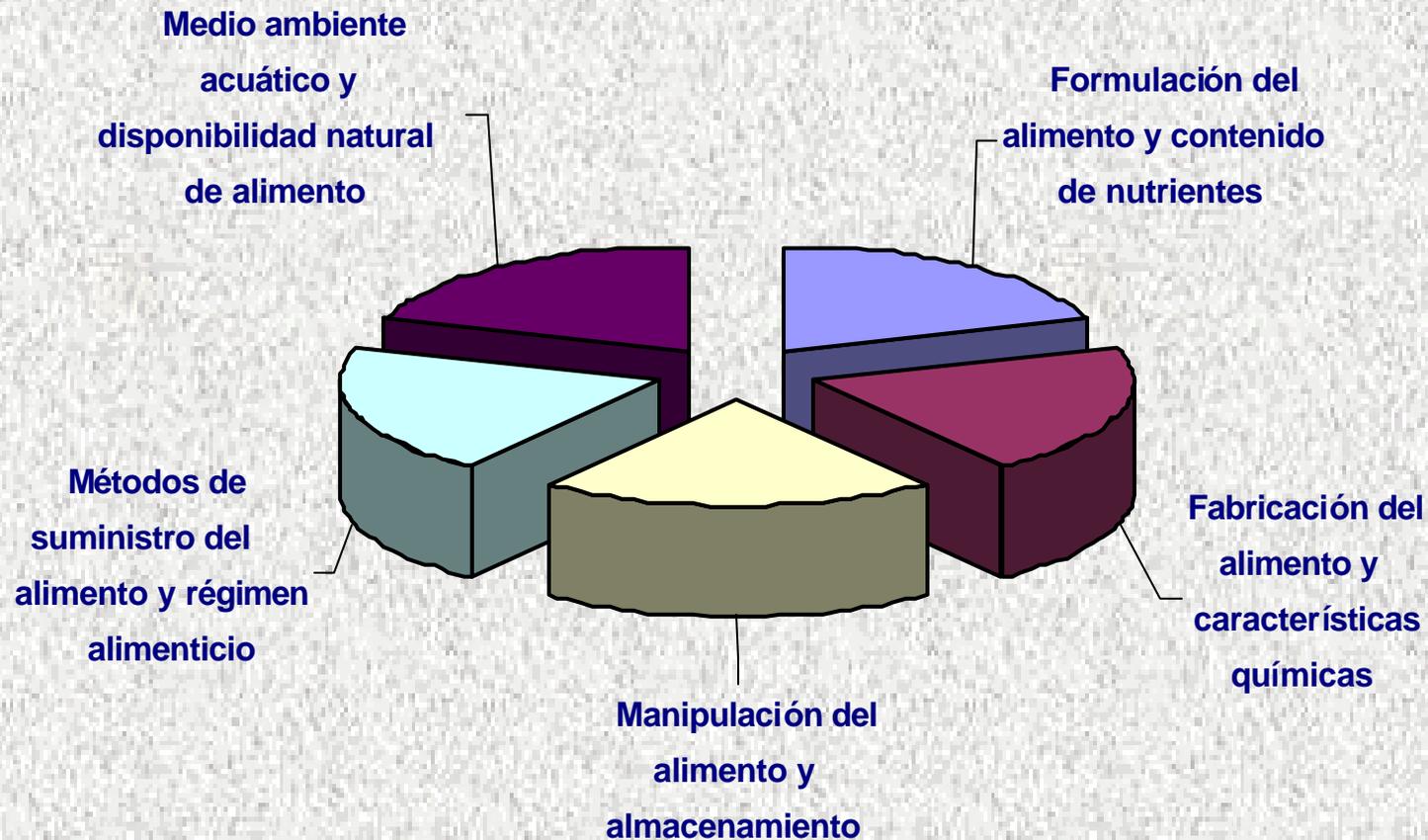
- **Incremento** sensible de los efectos de la acuicultura sobre el **medio acuático**

• Muchos de estos efectos están asociados con la dieta, así la **investigación** en nutrición debe estar orientada a:

- **Incrementar** la **eficiencia** de la producción

- **Disminuir** los efectos **medioambientales** por medio de el incremento en la **retención de nutrientes**.

Principales factores determinantes del desarrollo nutricional con dietas artificiales para organismos acuáticos



Fuente: TACON, 1993

Factores que determinan la rentabilidad del acuicultor

Producción

Precio

Costo

Técnicas

- Policultivo
- Fertilización
- Alimentación
- Aumento de recambio
- Jaulas

Aumento de la densidad

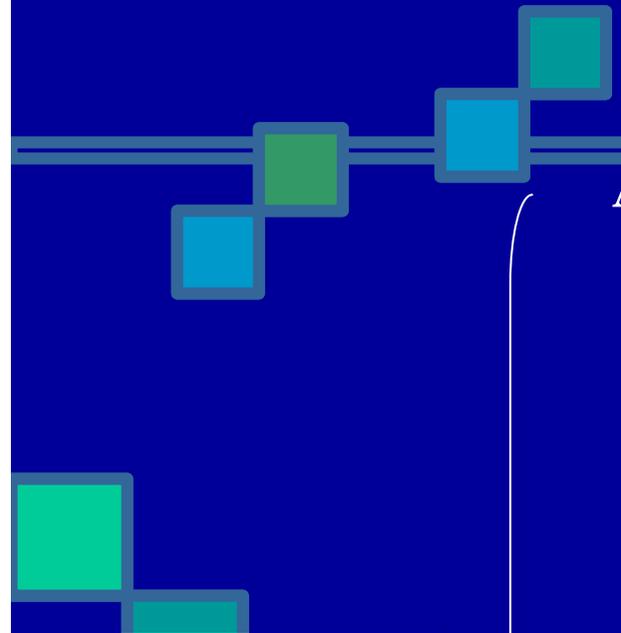
- Uso de densidad adecuada
- Control de calidad de agua
- Prevención de enfermedades
- Control de depredadores

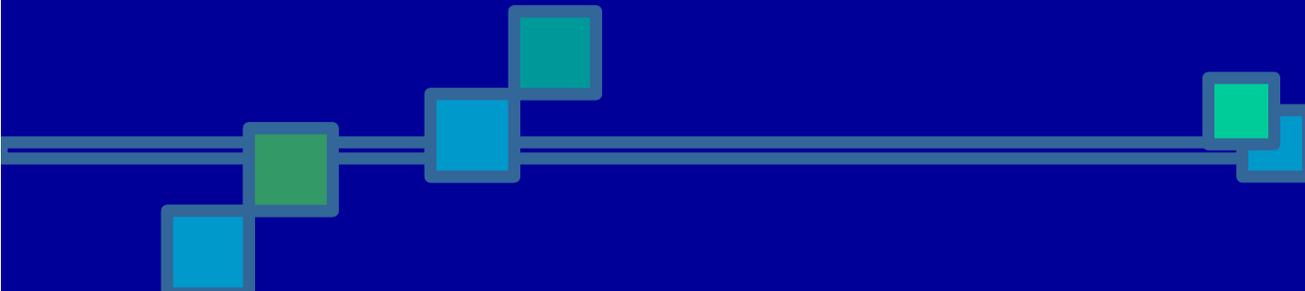
Aumento de la sobrevivencia

Adaptar la especie, clima, condiciones ambientales, alimentación, etc.

Aumento de la velocidad de crecimiento

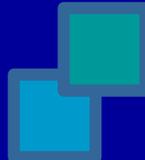
Aumento de la Producción

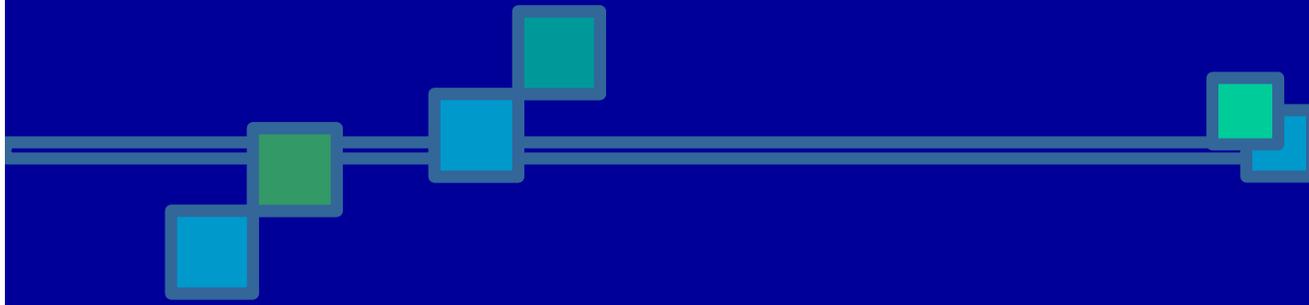




Precio

**Aumento del
precio
recibido**

- **Organización de los productores**
 - **Búsqueda de diferentes mercados**
 - **Época del año y costumbres regionales**
 - **Calidad del pescado**
 - **Plazo de pago**
- 

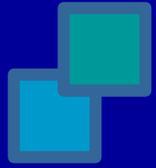


**Reducción en los
costos de
Producción**

Alimentación

- Control de la alimentación
- Calidad de los ingredientes
- Niveles adecuados de nutrientes
- Procesamiento del alimento

**Costos con agua,
construcción, mano de
obra, fertilizantes, tasas de
interés, uso de la tierra y
comercialización**



ETAPAS DE ESTUDIO RELACIONADAS A LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE UNA ESPECIE DE ORGANISMO ACUÁTICO



MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL SISTEMA DIGESTIVO

ESTUDIOS DE HáBITOS Y COMPORTAMIENTOS ALIMENTICIOS EN LA NATURALEZA

ESTUDIOS SOBRE ECOLOGÍA Y TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y DISPONIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS NATURALES Y ARTIFICIALES

ESTUDIOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS ALIMENTOS:

- Atractividad
- Palatabilidad
- Consumo
- Tiempo de tránsito gastro-intestinal
- Tiempo de retorno del apetito
- Tiempo de vaciamiento gástrico

ESTUDIOS DE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES DE LOS ALIMENTOS

ESTUDIOS SOBRE LA EXIGENCIA DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES EN LAS DIETAS

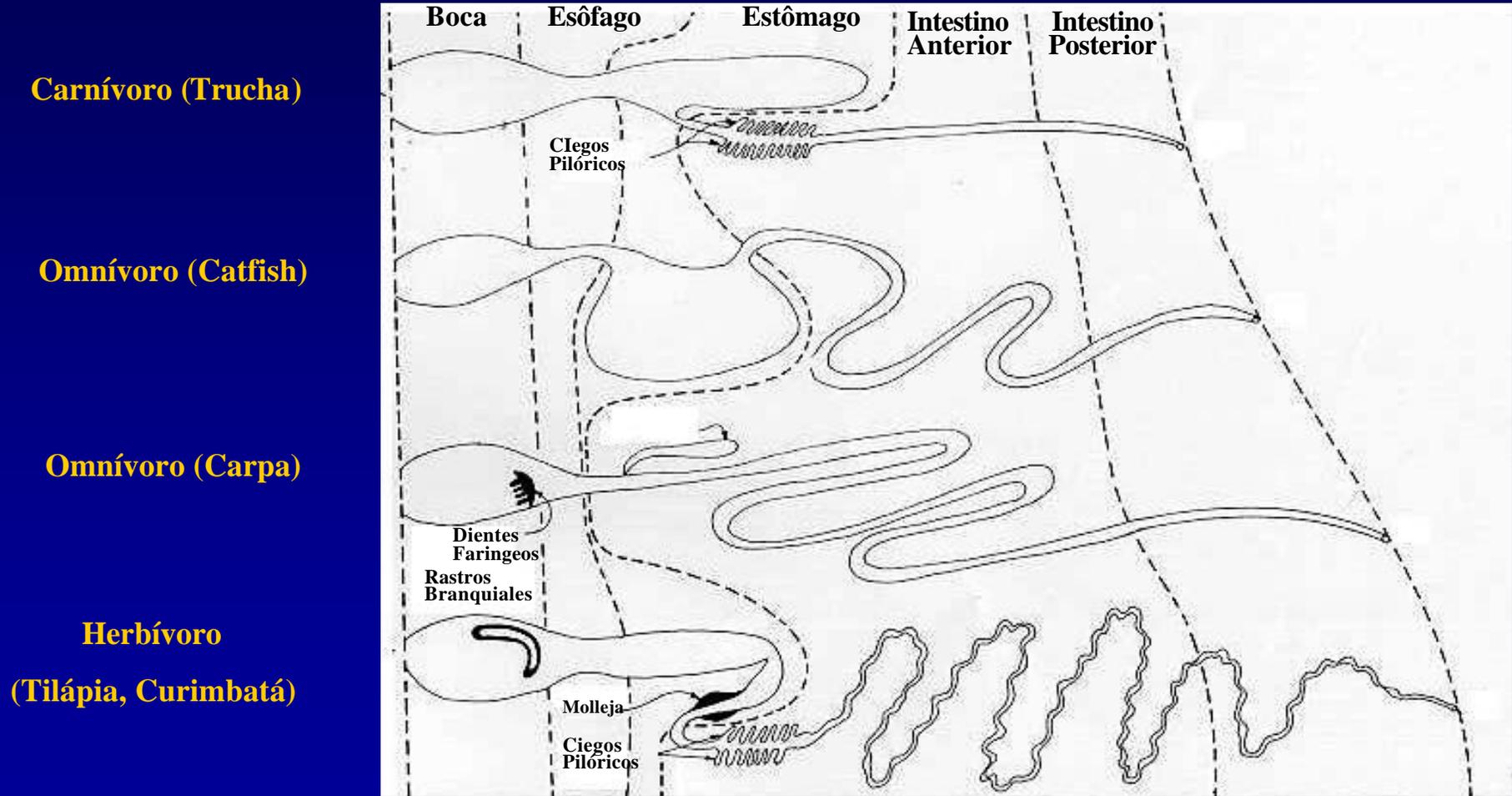
ESTUDIOS SOBRE EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y DIETAS PRÁCTICAS

ESTUDIOS SOBRE LA FORMULACIÓN DE DIETAS CON EL MENOR COSTO DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE EL MANEJO DE ALIMENTACIÓN EN CONDICIONES DE CULTIVO:

- Consumo
- Frecuencia de alimentación
- Interacciones con
- densidad de cultivo

MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL SISTEMA DIGESTIVO



Fuente: Modificado de Smith, L.S. 1989.

ETAPAS DE ESTUDIO RELACIONADAS A LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE UNA ESPECIE DE ORGANISMO ACUÁTICO



MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL SISTEMA DIGESTIVO

ESTUDIOS DE HÁBITOS Y COMPORTAMIENTOS ALIMENTICIOS EN LA NATURALEZA

ESTUDIOS SOBRE ECOLOGÍA Y TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y DISPONIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS NATURALES Y ARTIFICIALES

ESTUDIOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS ALIMENTOS:

- Atractividad
- Palatabilidad
- Consumo
- Tiempo de tránsito gastro-intestinal
- Tiempo de retorno del apetito
- Tiempo de vaciamiento gástrico

ESTUDIOS DE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES DE LOS ALIMENTOS

ESTUDIOS SOBRE LA EXIGENCIA DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES EN LAS DIETAS

ESTUDIOS SOBRE EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y DIETAS PRÁCTICAS

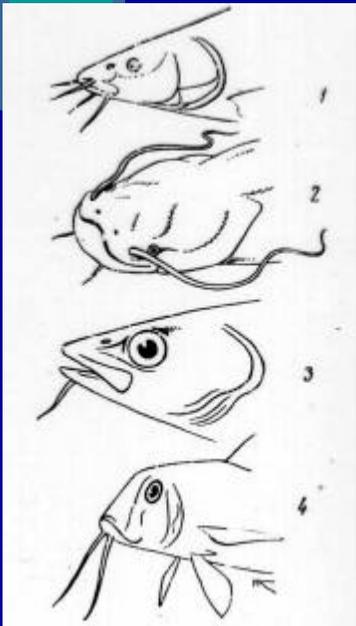
ESTUDIOS SOBRE LA FORMULACIÓN DE DIETAS CON EL MENOR COSTO DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE EL MANEJO DE ALIMENTACIÓN EN CONDICIONES DE CULTIVO:

- Consumo
- Frecuencia de alimentación
- Interacciones con
- densidad de cultivo

MORFOLOGÍA E FISIOLOGÍA DEL SISTEMA DIGESTIVO

TIPOS DE BARBILLONES



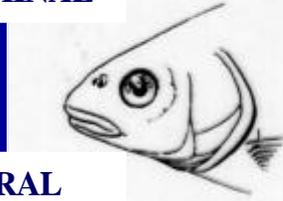
SUPERIOR



TERMINAL



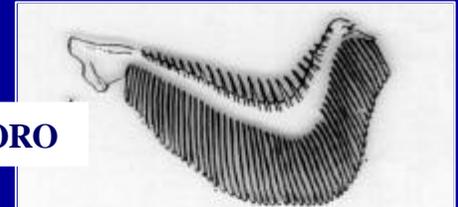
SUB VENTRAL



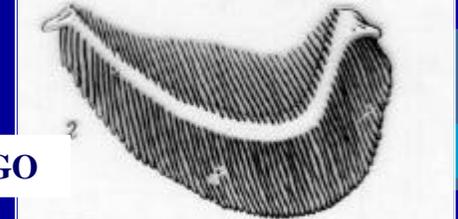
VENTRAL



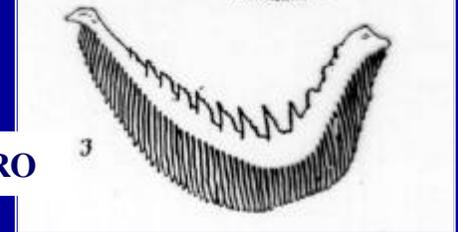
OMNÍVORO



PLANCTÓFAGO



CARNÍVORO



ETAPAS DE ESTUDIO RELACIONADAS A LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE UNA ESPECIE DE ORGANISMO ACUÁTICO



MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL SISTEMA DIGESTIVO

ESTUDIOS DE HáBITOS Y COMPORTAMIENTOS ALIMENTICIOS EN LA NATURALEZA

ESTUDIOS SOBRE ECOLOGÍA Y TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y DISPONIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS NATURALES Y ARTIFICIALES

ESTUDIOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS ALIMENTOS:

- Atractividad
- Palatabilidad
- Consumo
- Tiempo de tránsito gastro-intestinal
- Tiempo de retorno del apetito
- Tiempo de vaciamiento gástrico

ESTUDIOS DE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES DE LOS ALIMENTOS

ESTUDIOS SOBRE LA EXIGENCIA DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES EN LAS DIETAS

ESTUDIOS SOBRE EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y DIETAS PRÁCTICAS

ESTUDIOS SOBRE LA FORMULACIÓN DE DIETAS CON EL MENOR COSTO DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE EL MANEJO DE ALIMENTACIÓN EN CONDICIONES DE CULTIVO:

- Consumo
- Frecuencia de alimentación
- Interacciones con
- densidad de cultivo



Fuente: Adaptado de Tacon (1994)

ETAPAS DE ESTUDIO RELACIONADAS A LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE UNA ESPECIE DE ORGANISMO ACUÁTICO



MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL SISTEMA DIGESTIVO

ESTUDIOS DE HÁBITOS Y COMPORTAMIENTOS ALIMENTICIOS EN LA NATURALEZA

ESTUDIOS SOBRE ECOLOGÍA Y TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y DISPONIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS NATURALES Y ARTIFICIALES

ESTUDIOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS ALIMENTOS:

- Atractividad
- Palatabilidad
- Consumo
- Tiempo de tránsito gastro-intestinal
- Tiempo de retorno del apetito
- Tiempo de vaciamiento gástrico

ESTUDIOS DE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES DE LOS ALIMENTOS

ESTUDIOS SOBRE LA EXIGENCIA DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES EN LAS DIETAS

ESTUDIOS SOBRE EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y DIETAS PRÁCTICAS

ESTUDIOS SOBRE LA FORMULACIÓN DE DIETAS CON EL MENOR COSTO DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE EL MANEJO DE ALIMENTACIÓN EN CONDICIONES DE CULTIVO:

- Consumo
- Frecuencia de alimentación
- Interacciones con
- densidad de cultivo

PRINCIPALES INGREDIENTES UTILIZADOS EN DIETAS PARA ACUICULTURA

INGREDIENTES

FONTES PROTÉICAS

ORIGEM ANIMAL

- Farinha de peixe
- Farinha de camarões
- Produtos úmidos de peixe
- Farinha de carne e ossos
- Farinha de sangue
- Farinha de abatedouro de aves
- Farinha penas hidrolizada

ORIGEM VEGETAL

- Farelo de soja
- Soja integral
- Concentrado protéico de soja
- Farelo de algodão
- Farelo de glúten de milho
- Farelo de amendoim

OTROS NO CONVENCIONALES

- Leveduras de cervejaria e álcool
- Algas unicelulares
- Bactérias e protozoos
- Ensilaje de resíduos de pescado

FONTES ENERGÉTICAS

CARBOIDRATOS

- Milho
- Sorgo - baixo tânino
- Farelo de trigo
- Farelo de arroz

LIPÍDIOS

- Óleos e gorduras de origem animal e vegetal
- Lecitina de soja
- Subprodutos marinhos e invertebrados

ADITIVOS

- Antioxidantes
- Emulsificantes
- Promotores de crecimiento (antibióticos e hormônios)
- Atrativos e emulsificantes
- Corantes
- Sal
- Areia (enchimento)
- Calcário calcítico
- Fosfatos
- Farinha de conchas/ostra
- Prémisturas vitamínica e mineral
- Aglutinantes



CARACTERIZACIÓN DE LOS ALIMENTOS Y HECES

Análisis bromatológicos

Estudios de digestibilidad

• **Materia seca**

• **Energía bruta**

• **Fibra bruta**

• **Proteína bruta**

• **Extracto etéreo**

• **Aminoácidos**

• **Cenizas**

• **Azúcares**

• **Ácidos grasos**



ETAPAS DE ESTUDIO RELACIONADAS A LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE UNA ESPECIE DE ORGANISMO ACUÁTICO



MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL SISTEMA DIGESTIVO

ESTUDIOS DE HÁBITOS Y COMPORTAMIENTOS ALIMENTICIOS EN LA NATURALEZA

ESTUDIOS SOBRE ECOLOGÍA Y TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y DISPONIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS NATURALES Y ARTIFICIALES

ESTUDIOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS

ALIMENTOS:

Atractividad

Palatabilidad

Consumo

Tiempo de tránsito gastro-intestinal

Tiempo de retorno del apetito

Tiempo de vaciamiento gástrico

ESTUDIOS DE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES DE LOS ALIMENTOS

ESTUDIOS SOBRE LA EXIGENCIA DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES EN LAS DIETAS

ESTUDIOS SOBRE EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y DIETAS PRÁCTICAS

ESTUDIOS SOBRE LA FORMULACIÓN DE DIETAS CON EL MENOR COSTO DE PRODUCCIÓN

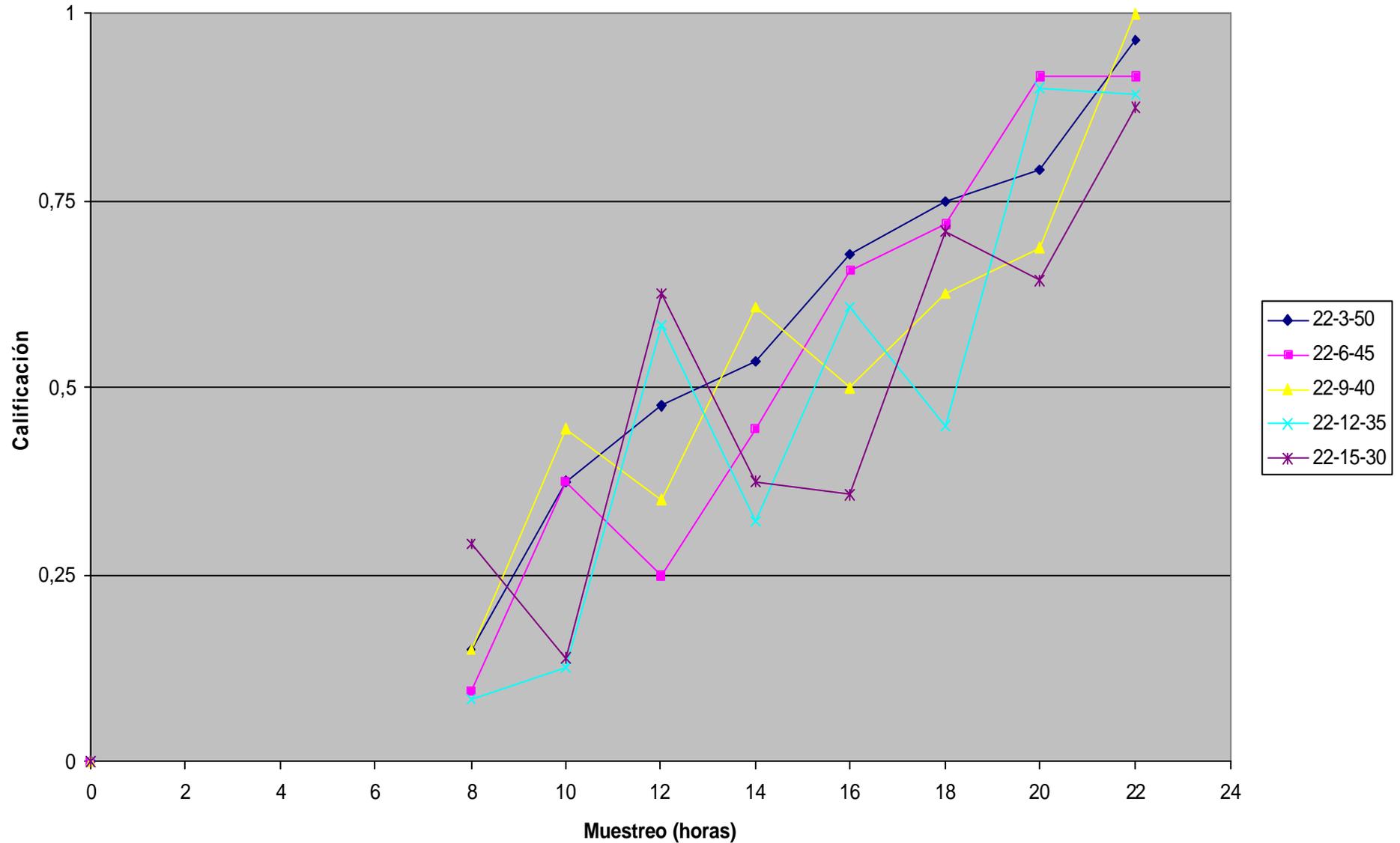
ESTUDIOS SOBRE EL MANEJO DE ALIMENTACIÓN EN CONDICIONES DE CULTIVO:

- Consumo
- Frecuencia de alimentación
- Interacciones con
- densidad de cultivo

Tiempo de tránsito gastrointestinal

Proteína digestible (%)	Extracto etéreo (%)	Carbohidrato (%)	CHO/EE	Fibra (%)	Tiempo de tránsito (horas)
22	3	50	16,7	4	24,7
22	6	45	7,5	6	26,0
22	9	40	4,4	8	26,8
22	12	35	2,9	10	28,6
22	15	30	2,0	12	29,3

Tiempo de transito gastrointestinal del pacu con dietas con diferentes relaciones C:L:FB



ETAPAS DE ESTUDIO RELACIONADAS A LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE UNA ESPECIE DE ORGANISMO ACUÁTICO



MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL SISTEMA DIGESTIVO

ESTUDIOS DE HáBITOS Y COMPORTAMIENTOS ALIMENTICIOS EN LA NATURALEZA

ESTUDIOS SOBRE ECOLOGÍA Y TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y DISPONIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS NATURALES Y ARTIFICIALES

ESTUDIOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS

ALIMENTOS:

Atractividad

Palatabilidad

Consumo

Tiempo de tránsito gastro-intestinal

Tiempo de retorno del apetito

Tiempo de vaciamiento gástrico

ESTUDIOS DE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES DE LOS ALIMENTOS

ESTUDIOS SOBRE LA EXIGENCIA DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES EN LAS DIETAS

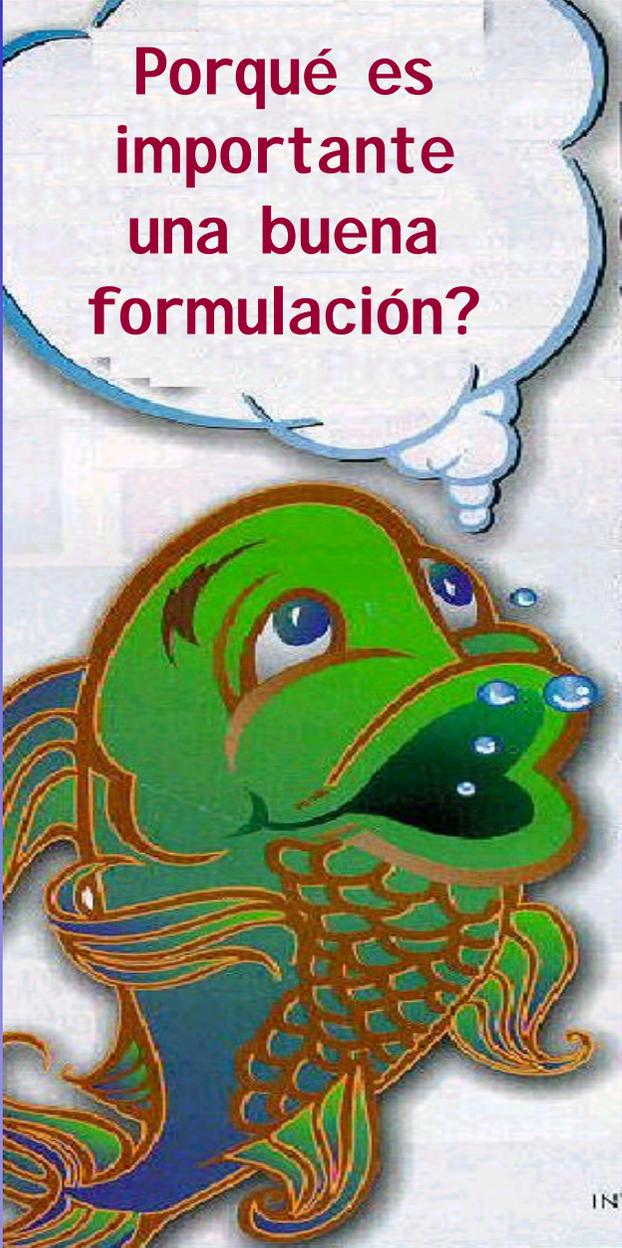
ESTUDIOS SOBRE EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y DIETAS PRÁCTICAS

ESTUDIOS SOBRE LA FORMULACIÓN DE DIETAS CON EL MENOR COSTO DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE EL MANEJO DE ALIMENTACIÓN EN CONDICIONES DE CULTIVO:

- Consumo
- Frecuencia de alimentación
- Interacciones con
- densidad de cultivo

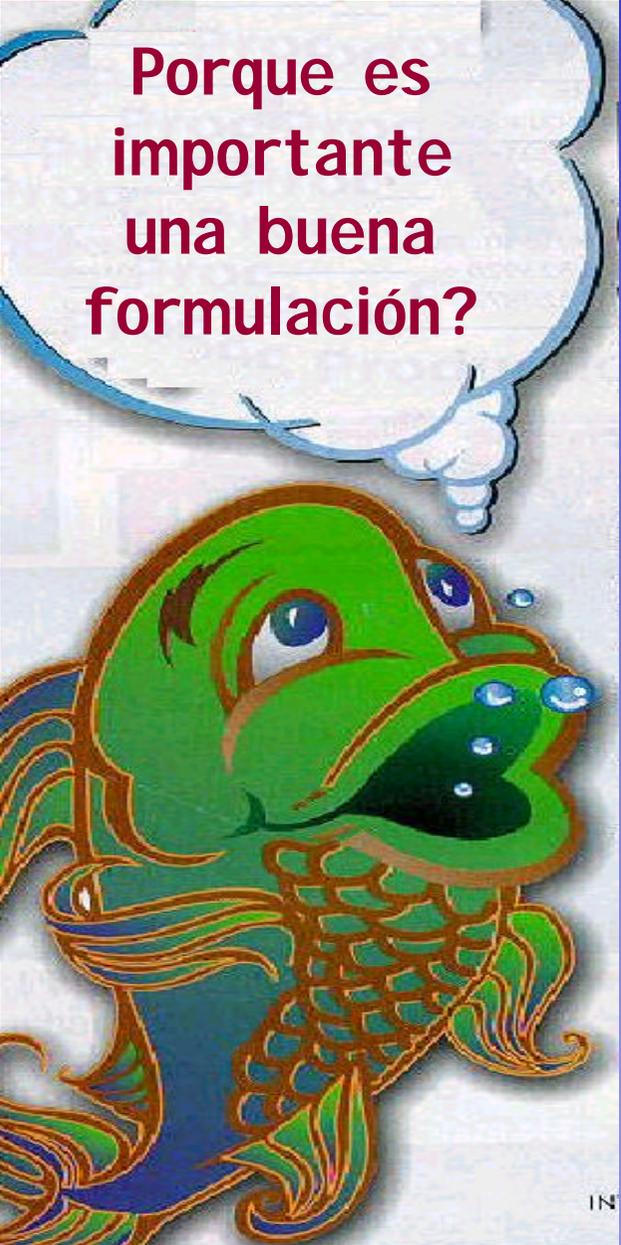
IMPORTANCIA DE LA FORMULACIÓN CON NUTRIENTES DIGESTIBLES



Porqué es importante una buena formulación?

- 🗨️ Reduce el impacto poluente de los efluentes de la piscicultura intensiva, contribuyendo al aumento de la productividad por área de producción
- 🗨️ Hace posible aprovechar mejor el potencial de crecimiento de los peixes
- 🗨️ Acelera el crecimiento de los peces, aumentando el número de cosechas anuales
- 🗨️ Mejora la eficiencia alimenticia, minimizando los costos de producción

IMPORTANCIA DE LA FORMULACIÓN CON NUTRIENTES DIGESTIBLES

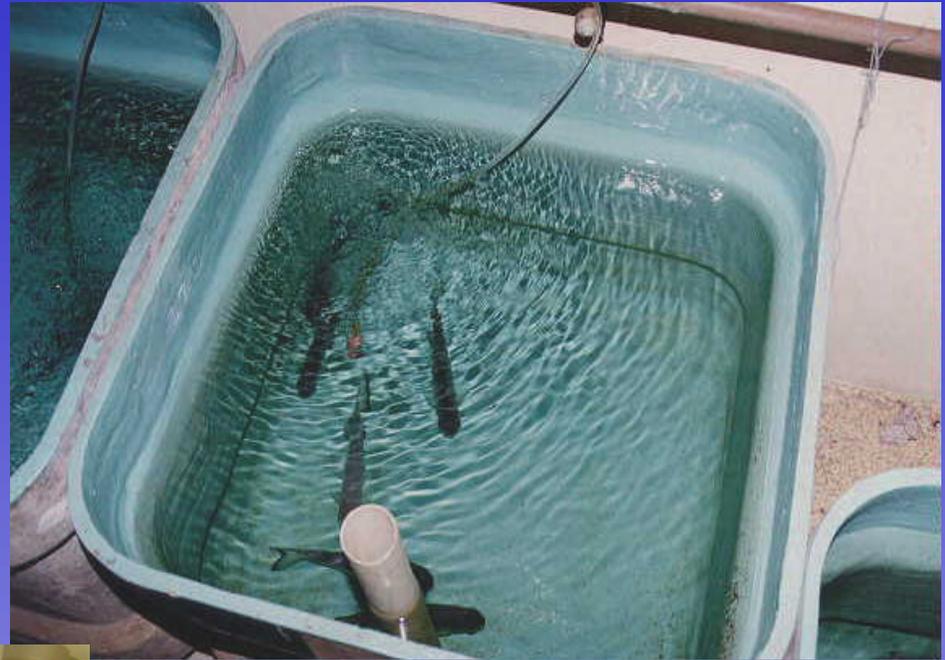


Porque es importante una buena formulación?

- Proporciona adecuada salud y mayor tolerancia a las enfermedades y a parásitos
- Mejora la tolerancia de los peces a la manipulación y transporte
- Aumenta los resultados de reproducción y la calidad de las pól-larvas y alevinos
- Hace posible optimizar la producción y maximizar la rentabilidad del cultivo

MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE HECES

ADAPTACIÓN Y ALIMENTACIÓN



- Cajas de alimentación (100 - 500 L)
- Aire
- Agua constante
- Pozo artesiano, 28°C

MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE HECES

ADAPTACIÓN Y ALIMENTACIÓN

- Peces
- 20 - 250 g
- Biometria



MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE HECES

A. Recolección del material del recto

B. Recolección de heces del fondo de sistema de colecta

C. Uso de acuarios de metabolismo

A.Recolección del material del recto

- Extrusión manual →
 - Operación y retirada del material del recto
 - Succión del material por canulación del recto
 - Uso de bolsa recolectora

EXTRUSIÓN MANUAL

- Adaptación
- Alimentación durante 5 días con dieta referencia (0,5% óxido de cromo)
- 5º día , alimentación y anestesia

EXTRUSIÓN MANUAL



- Masajes en el abdomen, desde las aletas ventrales en dirección al ano, para la recolección de las heces

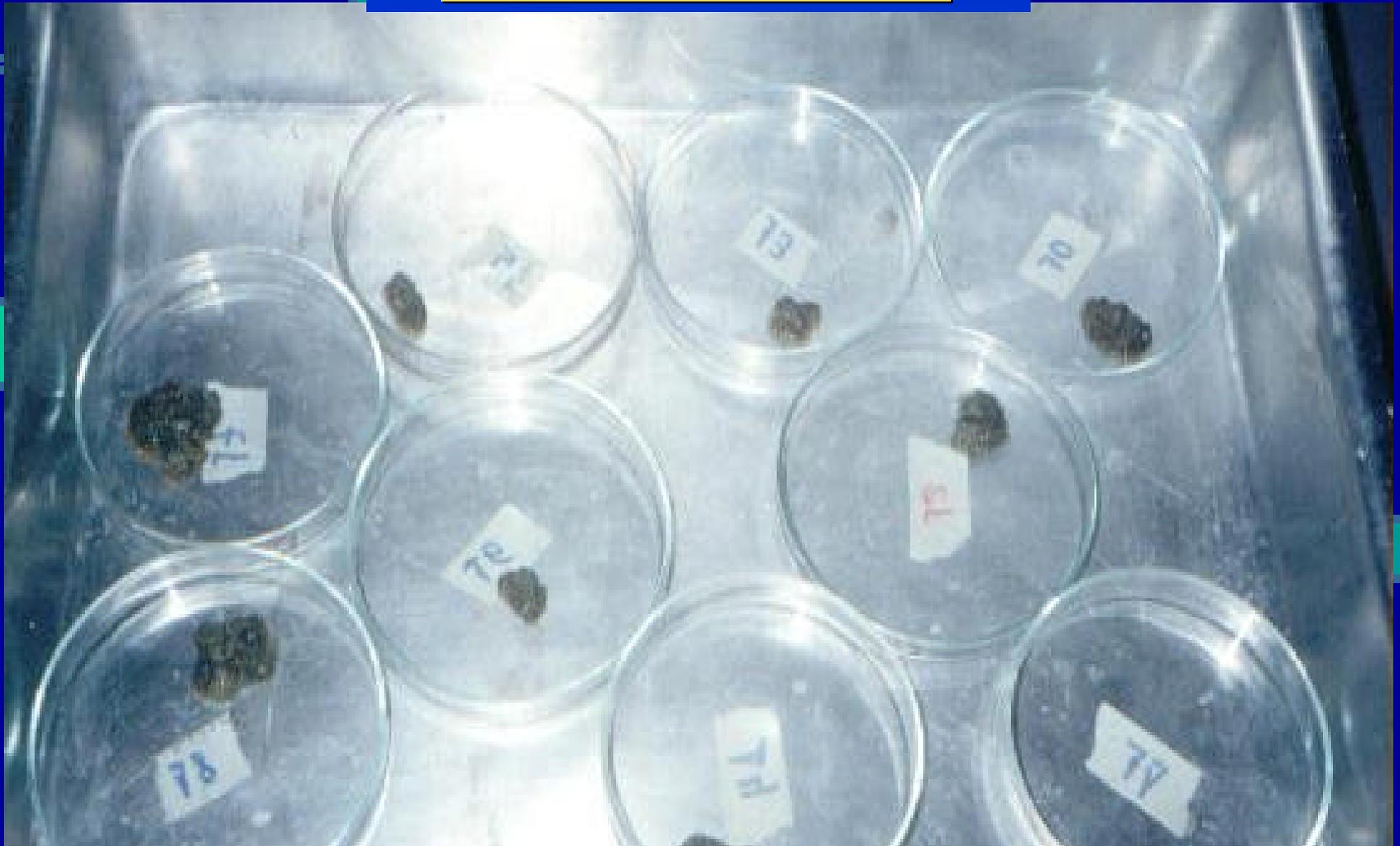
EXTRUSION MANUAL



EXTRUSIÓN MANUAL



EXTRUSIÓN MANUAL



- Heces depositadas en cajas de Pétri y conservadas en congelador, para posterior secaje.

A. Recolección del material del recto

- Extrusión manual
- Operación y retirada del material del recto →
- Succión del material por canulación del recto
- Uso de bolsa recolectora

Operación y retirada del material del recto (Disección intestinal)

- **Adaptación**

- **Alimentación durante 5 días con dieta referencia
(0,5% óxido de cromo)**

- **5º día , alimentación y sacrificio para muestreo**

DISECCION INTESTINAL



- Anestesia con benzocaína (0,05 g/L)

DISECCION INTESTINAL



- **Abertura lateral**

- **Porción distal del intestino (después de la segunda asa intestinal) retirar heces y colocar en cajas de Pétri**

DISECCION INTESTINAL

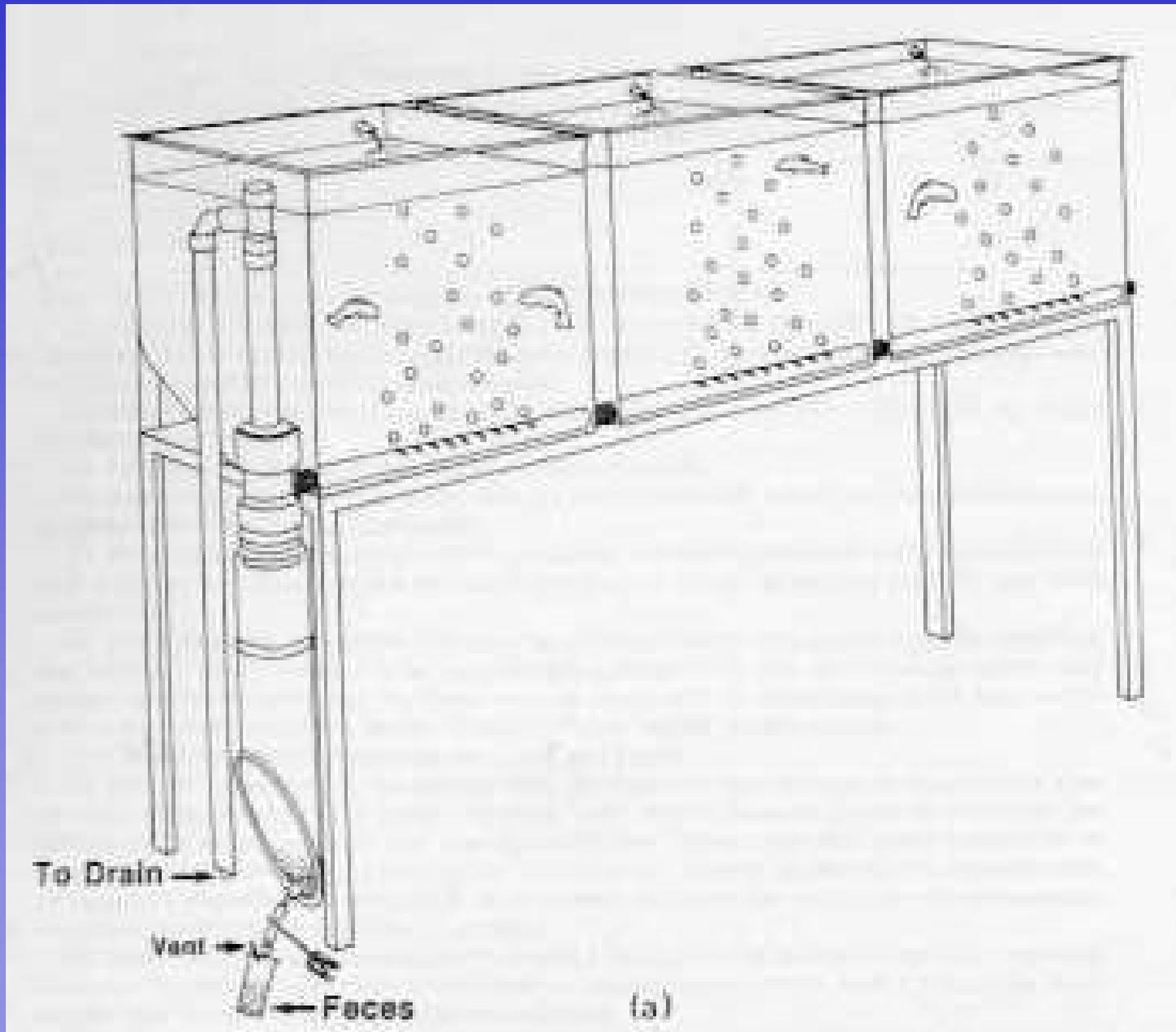


- Con tijera de cirugía, el intestino es abierto longitudinalmente; con espátula se retira el contenido fecal, siendo transferido para otra caja de Pétri.

B. Recolección de heces del fondo del sistema de colecta

- Sistema de Guelph
- Sistema de Guelph modificado
- Sifoneo

MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE HECES



MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE HECES

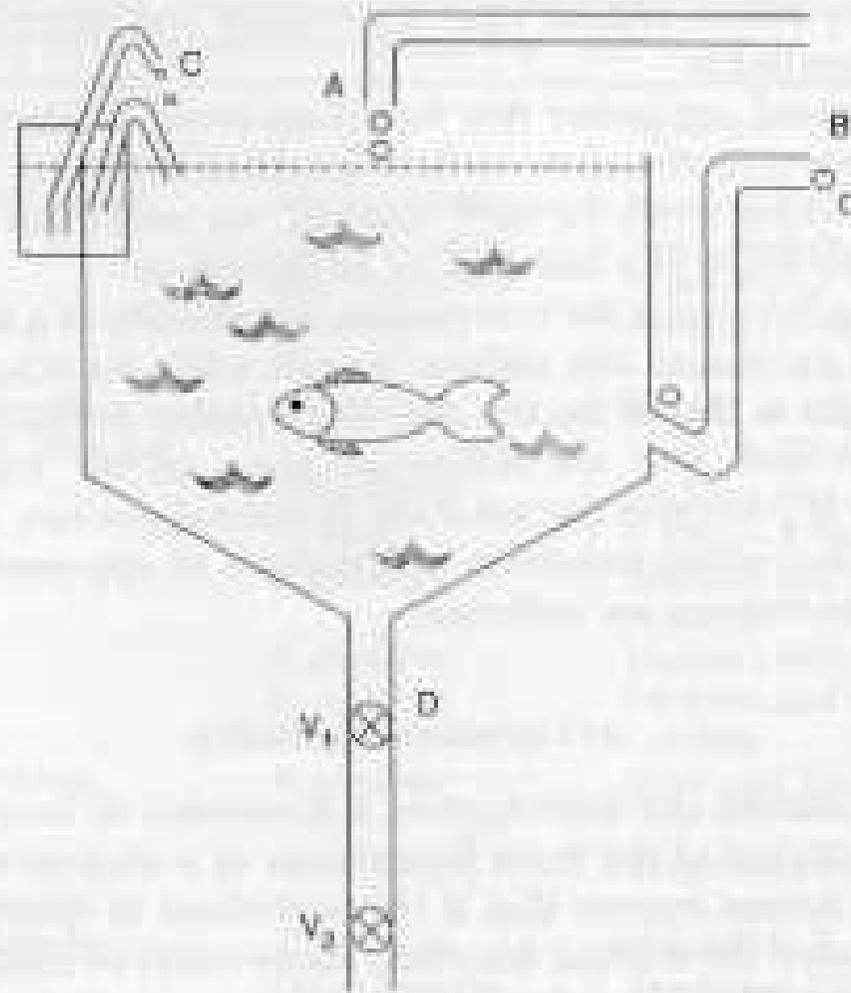
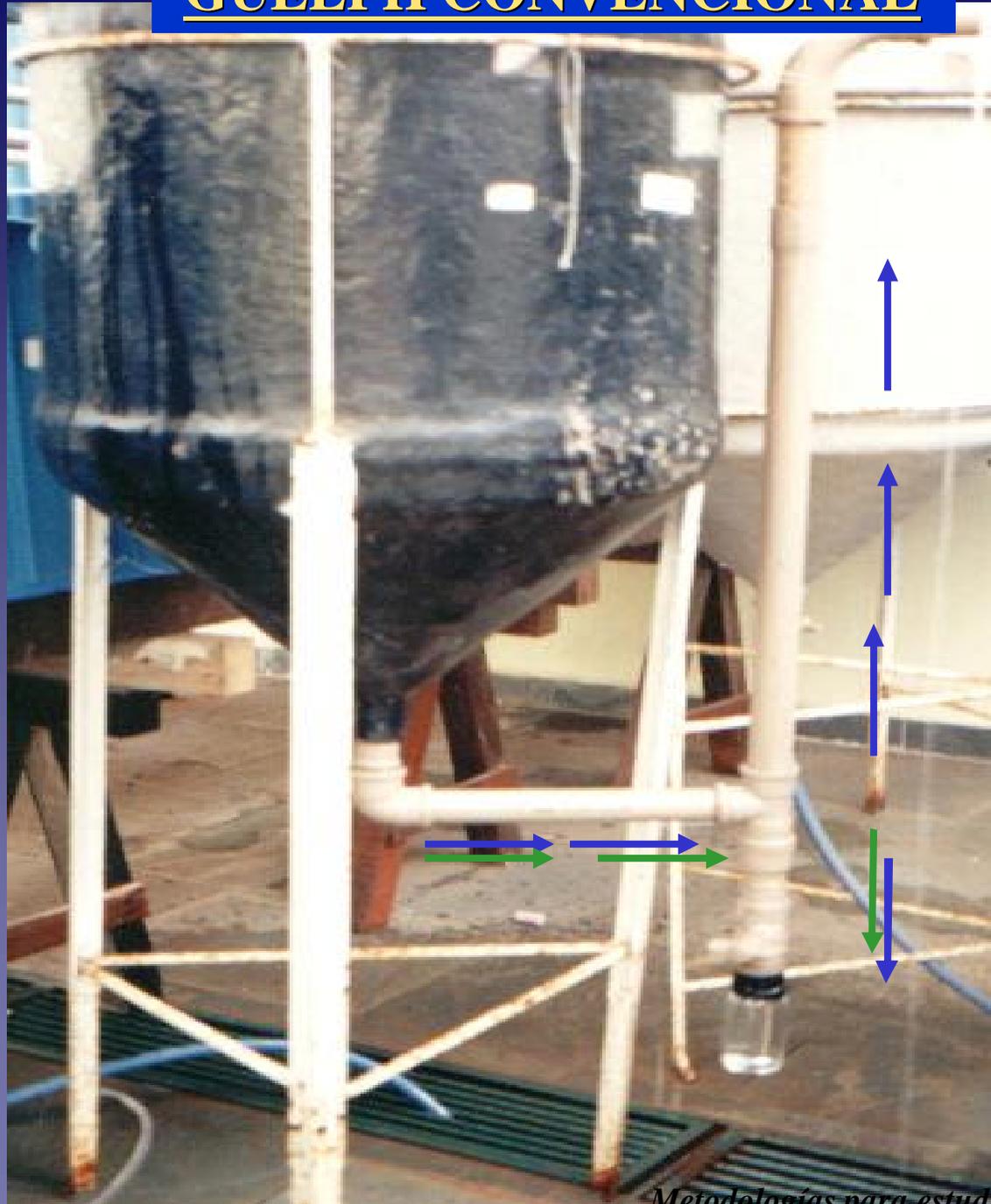
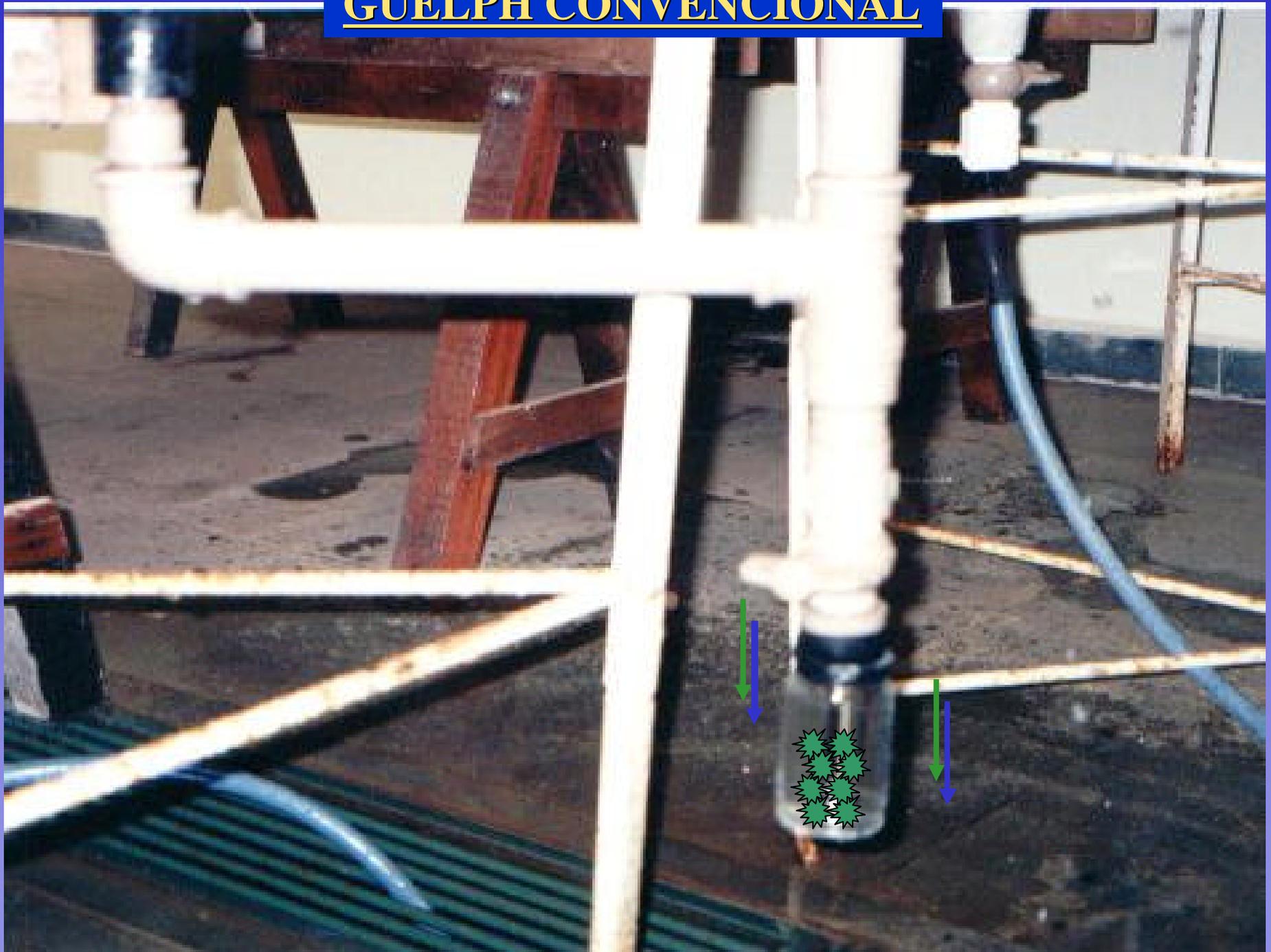


Figure 4.13 Experimental tank. (A) Inflow of seasoned water. (B) Outflow of water from the tank. (C) Filter and aeration. (D) Faeces collection tube. (V_1 and V_2) Control valves. Operation of the faeces collection tube: open V_1 for 5 min and close it again; open V_2 and drain the faeces into a beaker; repeat the procedure 2-3 times.

GUELPH CONVENCIONAL



GUELPH CONVENCIONAL



GUELPH MODIFICADO



GUELPH MODIFICADO



COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD APARENTE PARA ALIMENTOS EN PECES TROPICAIS



Promedios, desviación estandar, F y CV de los coeficientes de digestibilidad de proteína para diferentes métodos de coleta de heces de pacu.

Tratamentos	Digestibilidade da PB (%)
Guelph	81,44 ± 3,53
Guelph Modificado	82,83 ± 2,55
Extrusão Manual	86,66 ± 0,76
Dissecação	84,52 ± 0,38
Valor de F	3,23 ^{NS}
Coeficiente de variação (%)	3,13

^{NS} Não significativo ao nível de 5%
± Desvio padrão

Fuente: Abimorad, 2001

Alimentos	Coeficientes de Digestibilidade Aparente (%)					
	<i>Pacu</i> ¹		<i>Tilápia</i> ²		<i>Pintado</i> ³	
	Proteína	Energia	Proteína	Energia	Proteína	Energia
Farinha de peixe	88,40	78,14	78,55	72,24	84,14	72,80
Farinha de penas	75,73	79,52	29,12	68,15	39,56	51,26
Farinha de vísceras	83,40	69,99	87,24	69,61	61,59	48,98
Farinha de sangue	57,72	67,41	50,69	62,87	10,47	16,08
Farinha de carne	88,60	83,98	73,19	75,35		
Levedura	68,86	45,77				
Farelo de soja	81,14	63,68	91,56	73,18	67,10	61,66
Soja crua	83,46	92,71			26,84	45,55
Soja tostada	92,04	91,45			49,48	57,39
Farelo de algodão	86,00	59,55	74,87	51,00		
Farelo de canola			87,00	74,59		
Farelo de trigo	93,89	45,77	91,13	77,70	49,47	53,20
Sorgo	92,93	81,16	67,83	70,53	44,87	48,35
Farelo de arroz	80,82	92,73	94,86	91,30	44,21	51,84
Quirera de arroz					43,24	47,34
Milho	84,38	86,69	91,66	83,95	64,18	64,95
Milho extrusado			89,62	61,31		
Glúten 21			89,88	66,80		
Glúten 60			95,96	71,19		
Óleo de soja				89,85*		

Fonte:

¹ Abimorad & Carneiro, 2004

³ Gonçalves & Carneiro, 2003

Revista Brasileira de Zootecnia

² Pezzato et al., 2002

* Boscolo et al., 2002

ETAPAS DE ESTUDIO RELACIONADAS A LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE UNA ESPECIE DE ORGANISMO ACUÁTICO



MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL SISTEMA DIGESTIVO

ESTUDIOS DE HÁBITOS Y COMPORTAMIENTOS ALIMENTICIOS EN LA NATURALEZA

ESTUDIOS SOBRE ECOLOGÍA Y TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y DISPONIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS NATURALES Y ARTIFICIALES

ESTUDIOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS ALIMENTOS:

- Atractividad
- Palatabilidad
- Consumo
- Tiempo de tránsito gastro-intestinal
- Tiempo de retorno del apetito
- Tiempo de vaciamiento gástrico

ESTUDIOS DE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES DE LOS ALIMENTOS

ESTUDIOS SOBRE LA EXIGENCIA DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES EN LAS DIETAS

ESTUDIOS SOBRE EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y DIETAS PRÁCTICAS

ESTUDIOS SOBRE LA FORMULACIÓN DE DIETAS CON EL MENOR COSTO DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE EL MANEJO DE ALIMENTACIÓN EN CONDICIONES DE CULTIVO:

- Consumo
- Frecuencia de alimentación
- Interacciones con
- densidad de cultivo

PRINCIPALES ELEMENTOS QUE DEBEN COMPONER LAS DIETAS

Valor protéico suficiente en cantidad y calidad para ofrecer equilibrio entre la proteína y otros nutrientes;

Cantidad de energía necesaria para cubrir las demandas de mantenimiento, crecimiento y reproducción, que son variables para cada especie y condiciones ambientales;

Productos que componen la dieta en concentraciones adecuadas, como aminoácidos, ácidos grasos esenciales, vitaminas específicas y minerales para generar una mejor producción.

Energía Bruta
Proteína Bruta

Energía Digestible
Proteína Digestible

Energía Metabolizable
Proteína Metabolizable

Energía Excretada
Proteína Excretada

* en las branquias

* en la orina

* en la superficie corporal

Energía Recuperada
Síntesis Protéica

* en tejidos

* en productos sexuales

Producción de Calor

* metabolismo basal

* actividad voluntaria

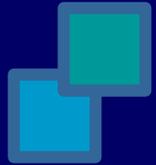
* incremento calórico

Energía Fecal
Proteína Fecal

Etapa de desarrollo/reproducción



**Factores que afectan
las exigencias
nutricionales**



Fases de desarrollo de la tilápia

Reversão	larvas
Alevinagem	0,5 – 1,0g
Recria I	1,0 – 20g
Recria II	20 – 70g
Engorda	70 – 300g
Terminação	300 – 500g

**Exigência
protéica**

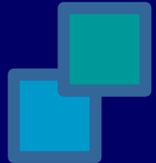
VALORES DE NUTRIENTES RECOMENDADOS EN DIETAS PRÁTICAS PARA PEIXES

Espécie	Fase	PB (%)	%POA	Energia (kcal/kg)	Condição	Processamento
Carpa	Inicial	22	25	3000 EM	Viveiro	Pelete
	Inicial	30	25	2500 EM	Viveiro	Pelete
Tambaqui	Inicial	22	25	4000 EB	Viveiro	Pelete
	Engorda	18	25	4000 EB	Viveiro	Pelete
Tilápia	Reversão	36	50	3600 ED	Viv./ Gaiola	Pó ou triturada
	Inicial	24	25	3200 ED	Viveiro	Pelete
	Engorda	19	25	2800 ED	Viveiro	Pelete
	Inicial	32		3200 ED	Gaiola	Extrusada
	Engorda	28		2800 ED	Gaiola	Extrusada
Piracanjuba	Engorda	30	25	4100 EB	Viveiro	Pelete
	Engorda	24	50	4100 EB	Viveiro	Pelete
Matrinxã	Inicial	36	25	4100 EB	Viveiro	Pelete
	Engorda	32	25	4100 EB	Viveiro	Extrusada
Pacu	Inicial	26	25	4000 EB	Viveiro	Pel. inverno / Ext. verão
	Engorda	22	25	4200 EB	Viveiro	Pel. inverno / Ext. verão

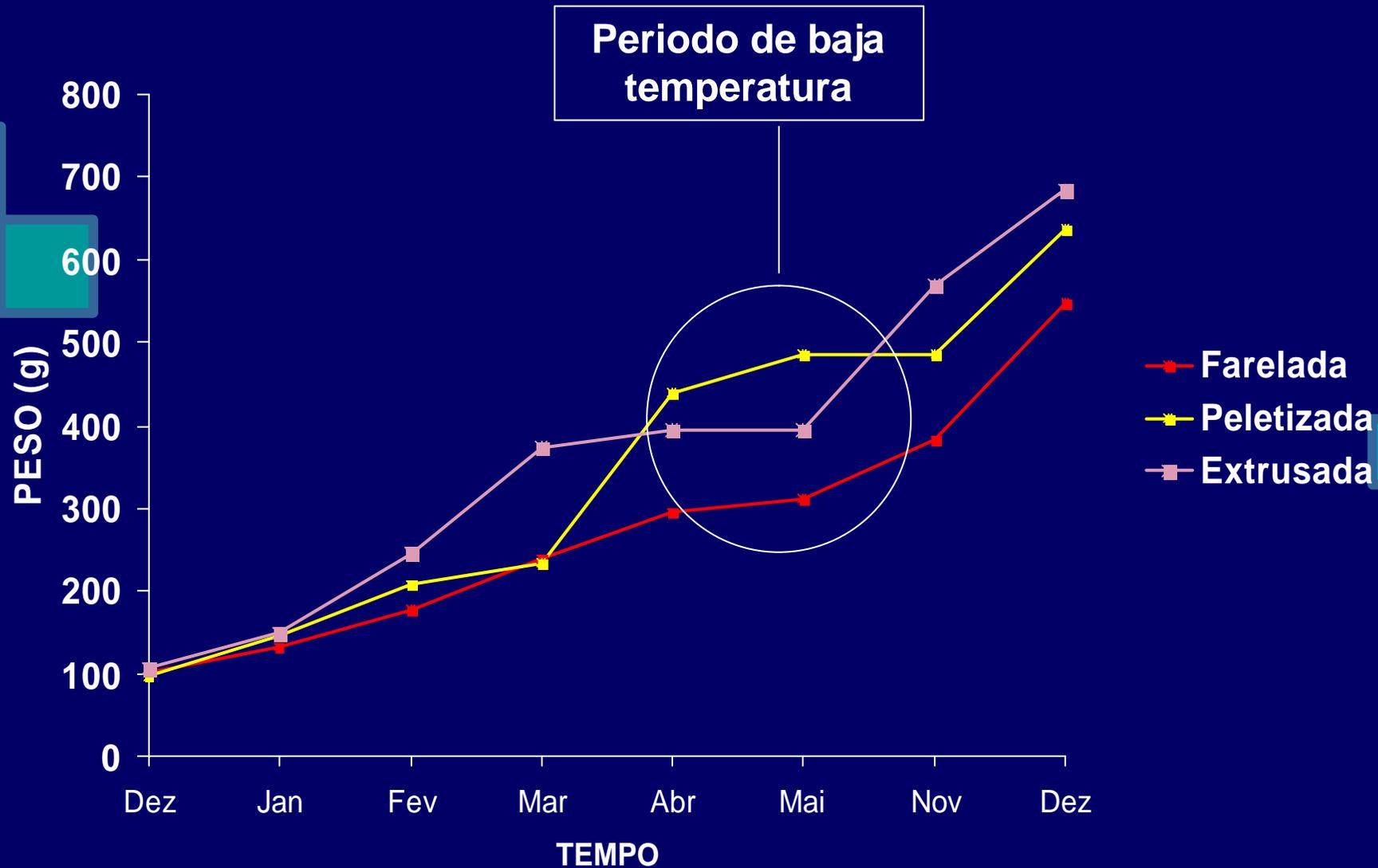
Etapa de desarrollo/reproducción

Temperatura del agua

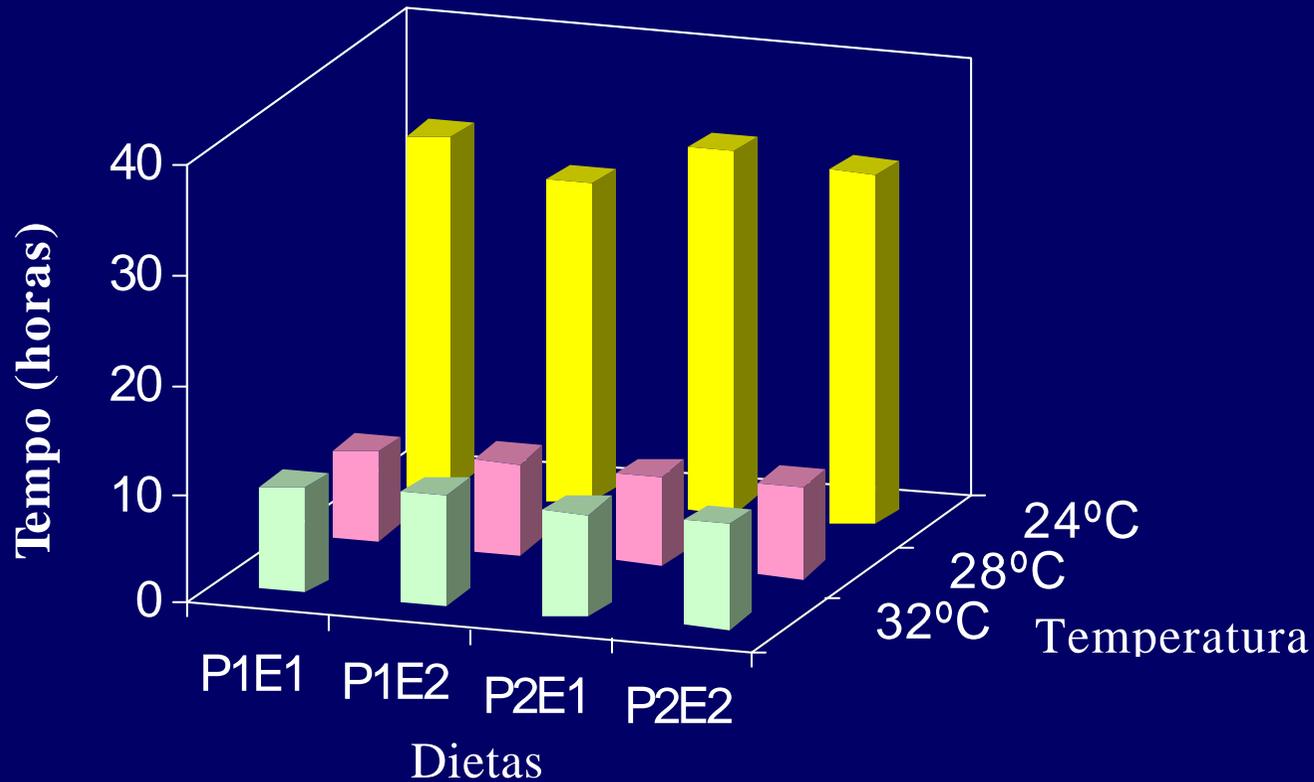
**Factores que afectan
las exigencias
nutricionales**



VARIACIÓN DEL PESO CORPORAL DE PACU DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL



EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL TIEMPO DE TRÁNSITO GASTROINTESTINAL DE DIETAS PARA PACU



P1E1 = 20% PB e 3600 kcal/kg EB

P1E2 = 20% PB e 4000 kcal/kg EB

P2E1 = 30% PB e 3600 kcal/kg EB

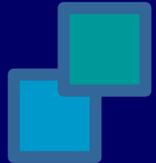
P2E2 = 30% PB e 4000 kcal/kg EB

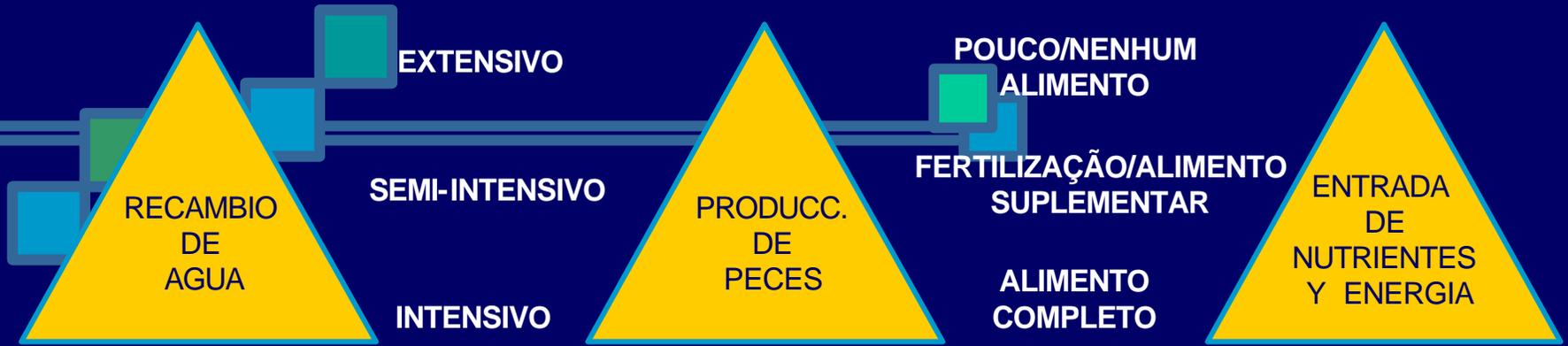
Etapa de desarrollo/reproducción

Temperatura del agua

Estrategía de alimentación

Factores que afectan
las exigencias
nutricionales





ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN (Tacon, 1988)

1º Sin uso de alimentos o fertilizantes — Los animales se alimentan naturalmente, en grandes lagos o represas (500kg/há/año)

2º Fertilización de los estanques de cultivo — La productividad de alimentos naturales es reforzada con adobación química y/u orgánica (1 – 3 ton/há/año)

ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN (Tacon, 1988)

3º Fertilización y alimentación suplementaria –

Ofrecimiento de una dieta suplementaria formada por subproductos de la agroindustria, procesados o no, capaz de aumentar la producción para 3 – 6 ton/há/año. O el suministro de una dieta comercial, en menor proporción, solamente para complementar la alimentación natural de los estanques fertilizados.

4º Alimentación con dietas completas –

Suministro diario de una dieta formulada con ingredientes variados y balanceados para suplir las necesidades de nutrientes, en condiciones de cultivo.

Etapa de desarrollo/reproducción

Temperatura del agua

Estrategía de alimentación

Balanceamiento de los nutrientes

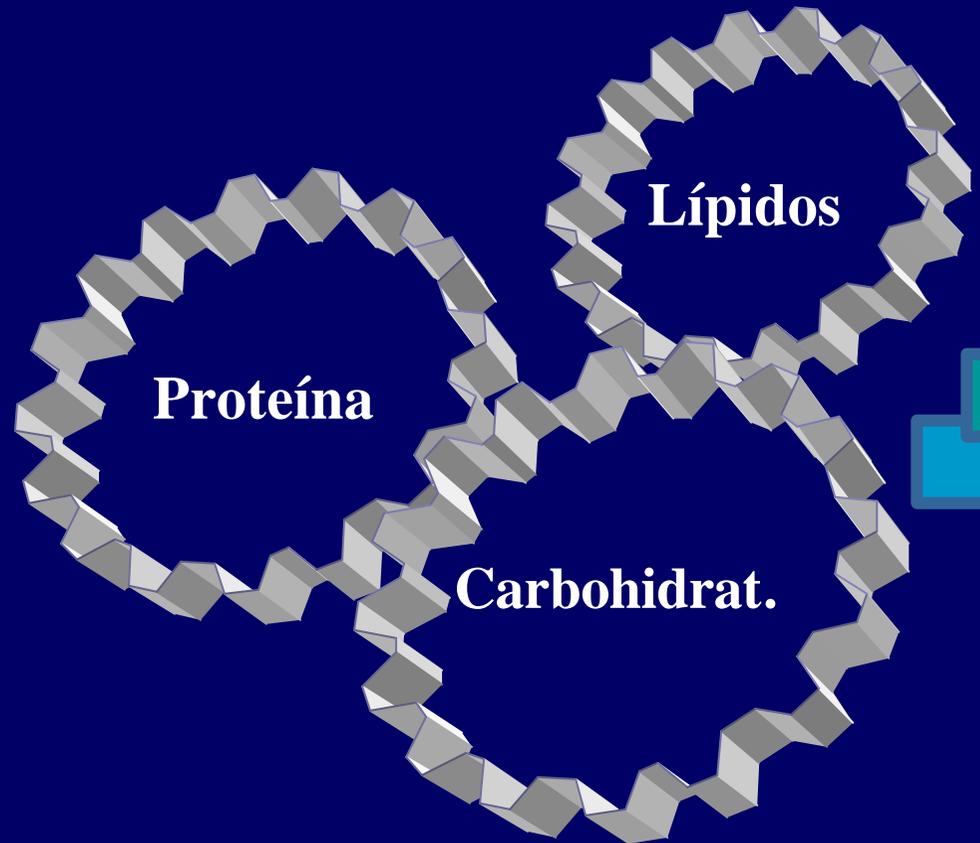
Factores que afectan
las exigencias
nutricionales

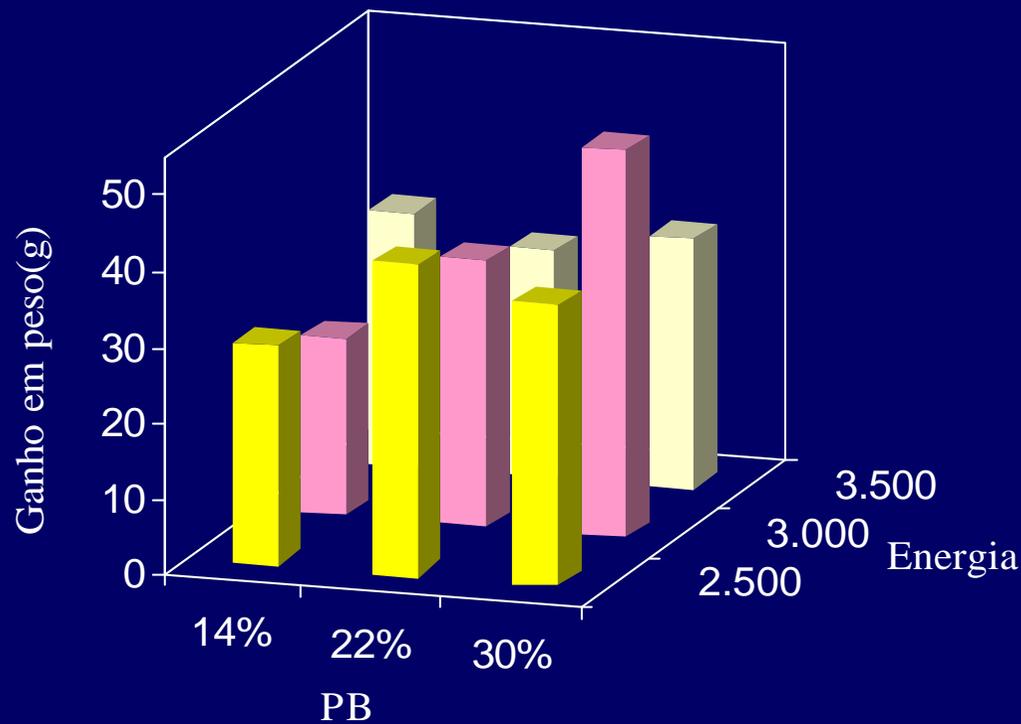


Balanceamiento y relación **ED : PD**

Lipídios ⇒ fuente inmediata de energía para peces.

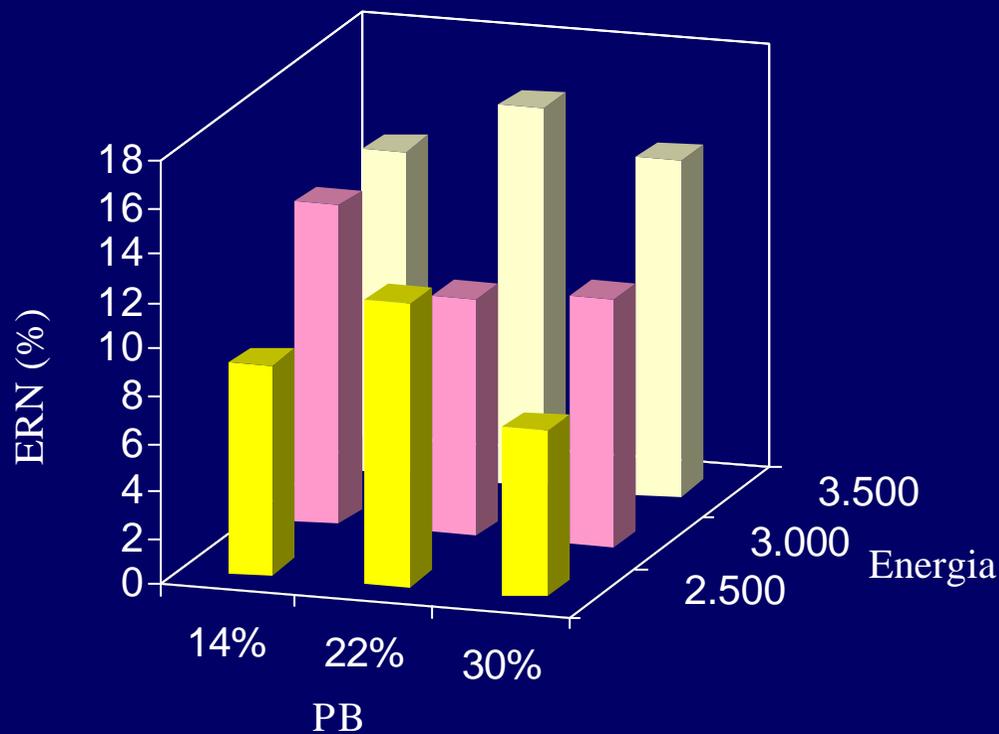
Carbohidratos ⇒ mayor disponibilidad y bajo costo.



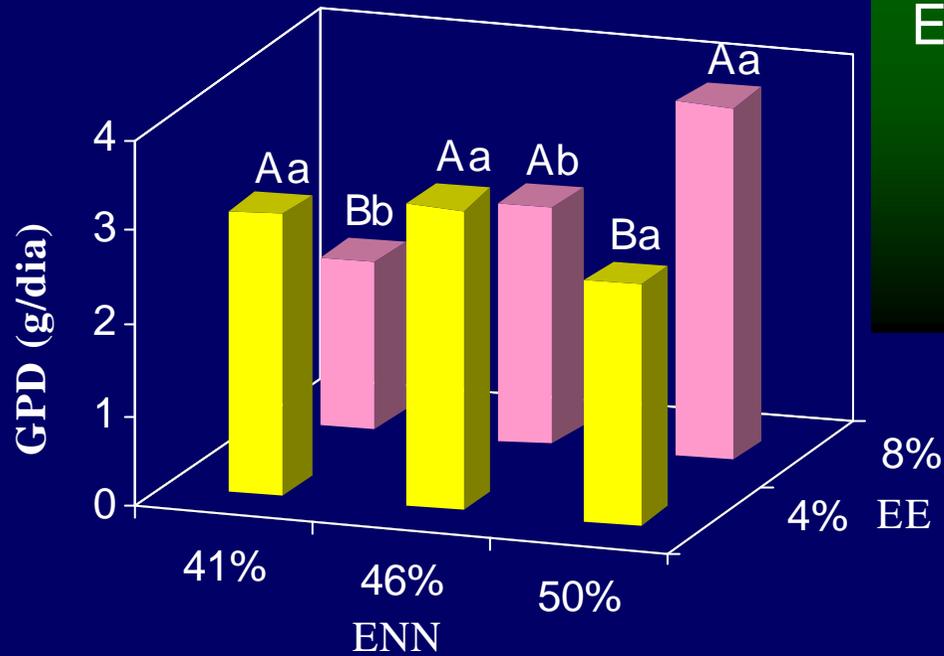


Efecto del balanceamiento proteína-energía en la ganancia de peso de alevinos de carpa

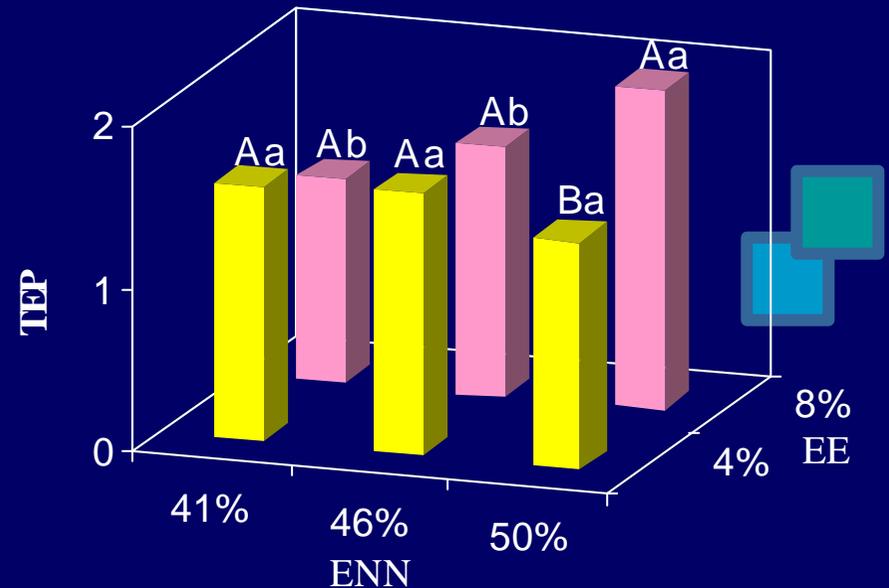
Efecto del balanceamiento proteína-energía en la eficiencia de retención de nitrógeno en alevinos de carpa



EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE LÍPIDOS Y CARBOHIDRATOS SOBRE EL DESARROLLO DE ALEVINOS DE PACU, *Piaractus mesopotamicus*



Estudio de la interacción entre ENN x EE en la GPD y la TEP, mostrando que el pacu aprovechó mejor los carbohidratos cuando el nivel de lípidos fue de 8%.



Promedios seguidos de la misma letra (mayúsculas verticalmente y minúsculas horizontalmente), no son diferentes entre si por el test de Tukey ($P > 0,05$)

Etapa de desarrollo/reproducción

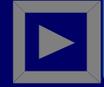
Temperatura del agua

Estrategía de alimentación

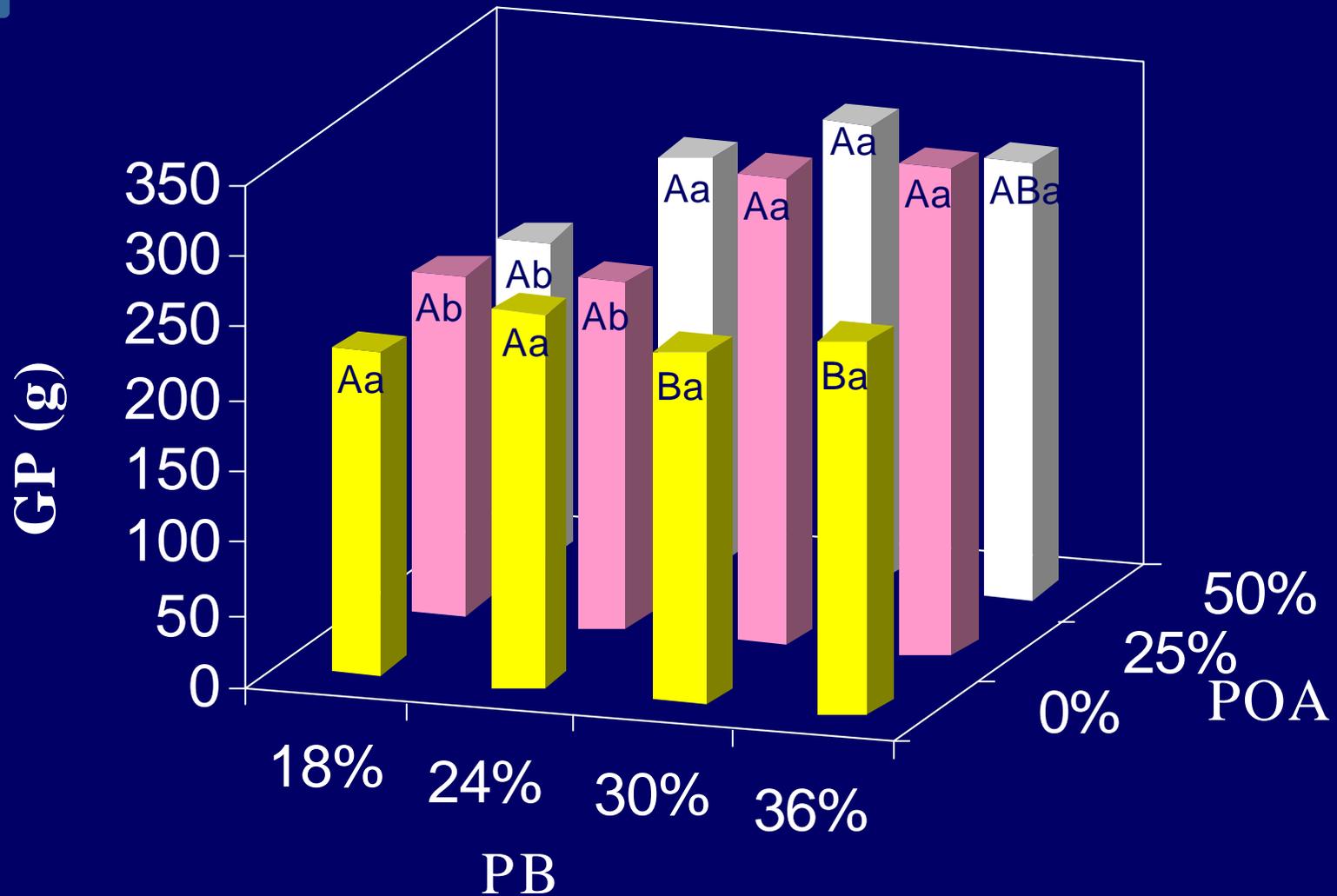
**Factores que afectan
las exigencias
nutricionales**

Balanceamiento de los
nutrientes

Calidad de los nutrientes,
CDA



ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN: %PB X PROPORCIÓN DE POA, EN LA GANCIA DE PESO DE LA PIRACANJUBA



Promedios seguidos de la misma letra (mayúsculas verticalmente y minúsculas horizontalmente), no son diferentes entre si por el test de Tukey ($P > 0,05$)

Valores de F, coeficientes de variación y promedios para digestibilidad (CDa) de la materia seca (MS), proteína bruta (PB), energía bruta (EB) y extracto etéreo (EE) de las dietas para pacu (P-EE-CHO)

Estatística	CDaMS	CDaPB	PD	CDaEB	ED	CDaEE	EED
F para tratamiento	31,78**	4,79*	18,57**	28,33**	5,87*	12,67**	2576,04**
<i>Coeficiente de variación (%)</i>	5,31	0,80	0,79	3,88	3,98	2,24	2,05
Médias dietas¹:	%	%	%	%	kcal/kg	%	%
22-3-50	79,4±2,6 a	90,4±1,2 a	26,2±0,3 b	84,8±2,2 a	3612,8±93,5 a	85,9±2,4 d	2,1±0,1 e
22-6-45	73,1±3,7 b	89,4±0,6 ab	25,9±0,2 bc	77,9±3,0 b	3494,1±132,4 a	91,0±1,6 bc	5,0±0,1 d
22-9-40	62,7±1,2 c	88,5±0,4 b	25,5±0,1 c	69,5±0,5 c	3270,4±25,4 b	93,4±2,9 ab	7,9±0,2 c
22-12-35	55,4±4,2 d	88,9±0,8 ab	26,3±0,2 b	64,4±3,6 d	3126,3±172,7 b	93,5±1,8 ab	10,9±0,2 b
22-15-30	53,6±4,4 d	90,5±0,2 a	26,9±0,1 a	64,0±3,5 d	3247,5±176,7 b	95,7±1,0 a	14,5±0,1 a
dms	9,19	1,90	0,55	7,46	356,44	5,51	0,45

¹ - Promedios seguidos de la misma letra en la columna son iguales, por el test de Tukey en nivel de 5%

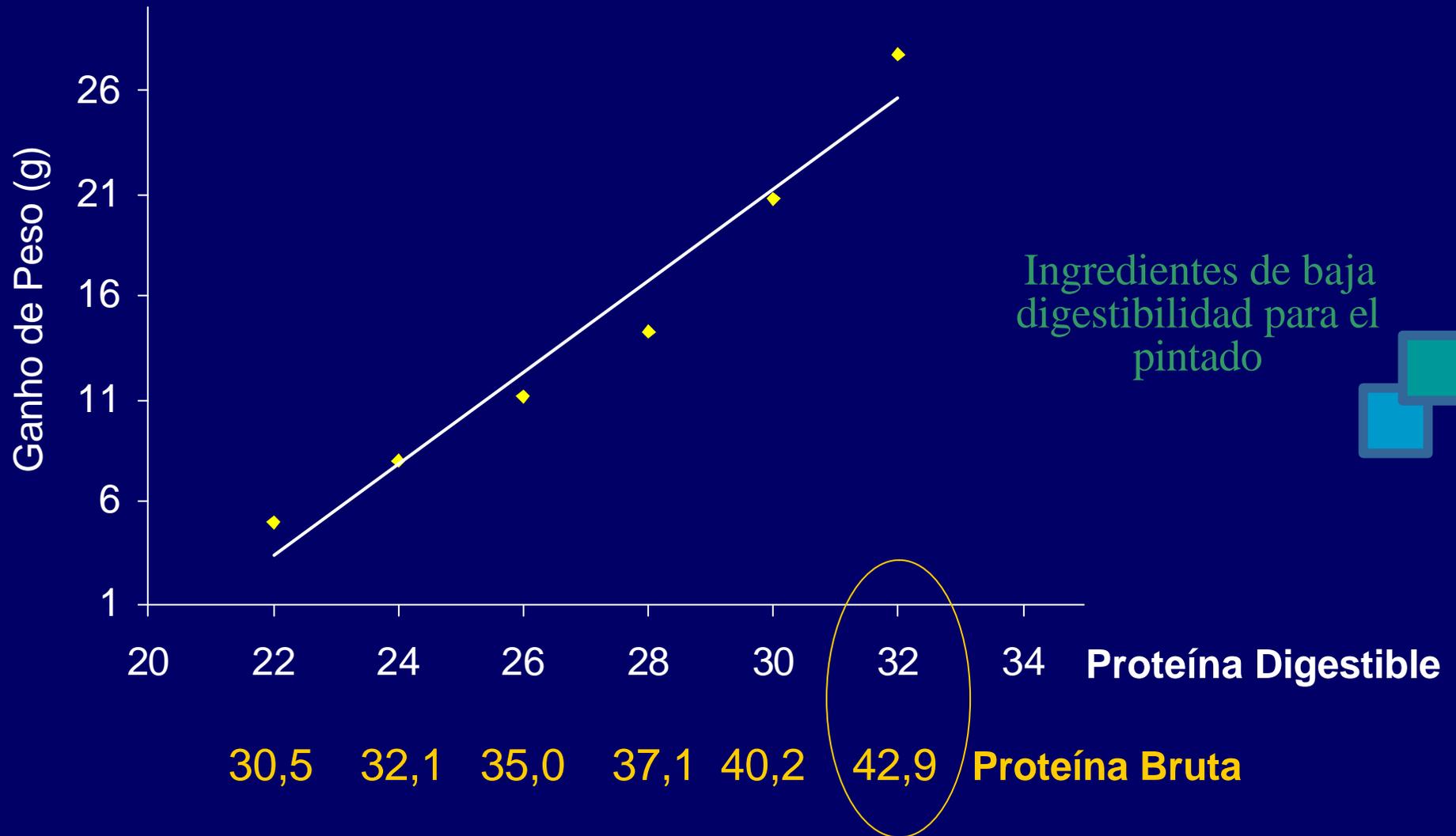
NS - no significativo

* - significativo en nivel de 5%

** - significativo en nivel de 1%

dms - diferencia mínima significativa

EXIGENCIA DE PROTEÍNA DIGESTIBLE PARA PINTADO *Pseudoplatystoma coruscans*



Etapa de desarrollo/reproducción

**Factores que afectan
las exigencias
nutricionales**

Temperatura del agua

Estrategía de alimentación

Balanceamiento de los
nutrientes

Calidad de los nutrientes,
CDA

Metodología experimental



METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Factores que interfieren en las exigencias nutricionales

Condiciones experimentales:

Acuários, estanques, circulación de agua, densidad de siembra, etc.

Presencia de alimentos naturales:

Plancton, bentos, macrófitas, etc.

Tipo e procesamiento de la dieta:

Purificada, semi-purificada, práctica.

Harina, peletizada, extrusada, floculada, microencapsulada, etc.

Nivel de alimentación:

Restricción, porcentaje del peso vivo, hasta saciedad.

Etapa de desarrollo/reproducción

Temperatura del agua

Estrategía de alimentación

**Factores que afectan
las exigencias
nutricionales**

Balanceamiento de los
nutrientes

Calidad de los nutrientes,
CDA

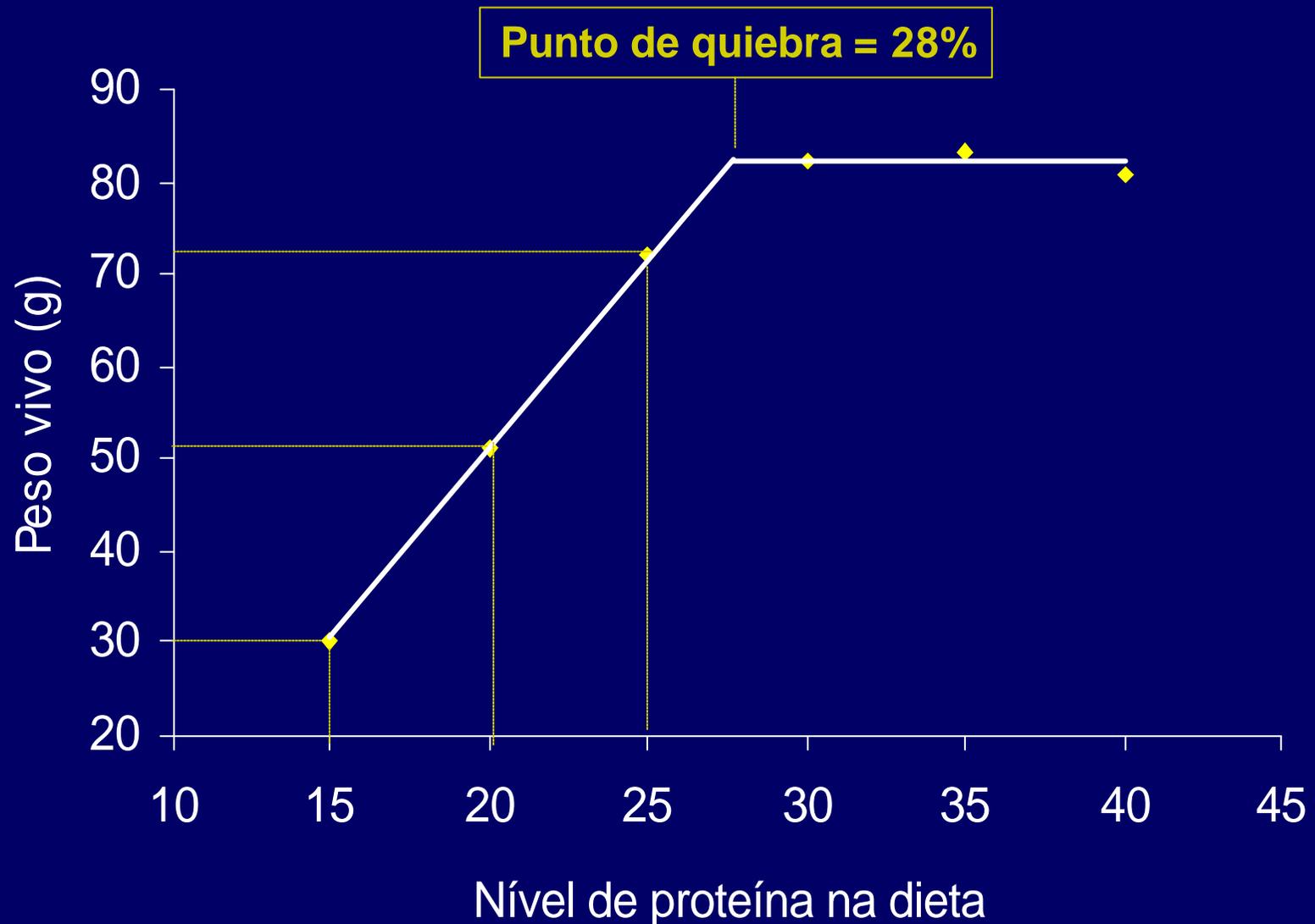
Metodología experimental

Métodos estadísticos y
parámetros de evaluación



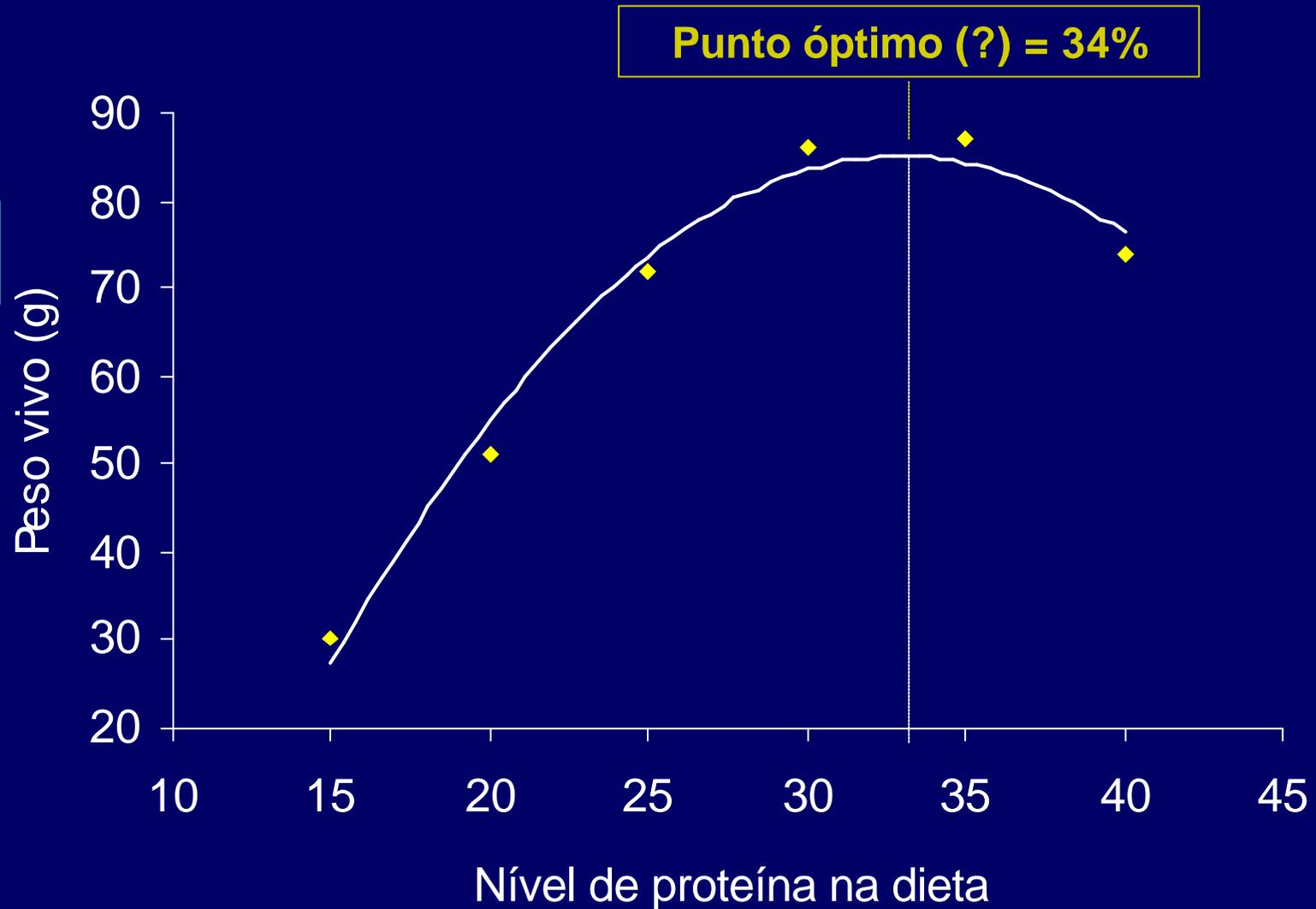
DETERMINACIÓN DE LAS EXIGENCIAS NUTRICIONALES A TRAVÉS DE BIOENSAYOS DE DOSIS-RESPUESTA

Modelo: Regresión Segmentada (L.R.P.)



DETERMINACIÓN DE LAS EXIGENCIAS NUTRICIONALES A TRAVÉS DE BIOENSAYOS DE DOSIS-RESPUESTA

Modelo: Regresión Cuadrática



Regresión Cuadrática

Regresión Segmentada

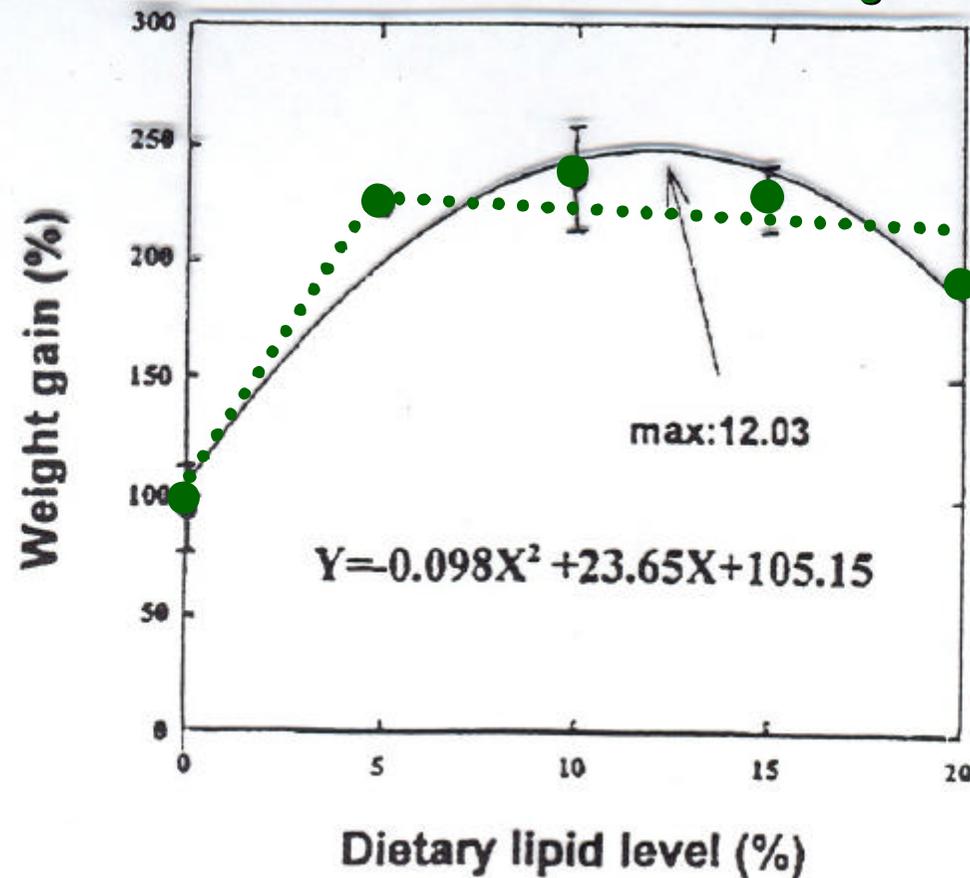


Fig. 1. The effect of dietary lipid on weight gain of *Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*. Each point represents the mean of three groups of fish, with 14 fish per group.

DETERMINACIÓN DE LAS EXIGENCIAS NUTRICIONALES A TRAVÉS DEL MODELO FACTORIAL

Ejemplo:

Ecuación utilizada para estimar la exigencia de ENERGÍA METABOLIZÁBLE (EM) de gallinas ponederas livianas en Kcal/ave/día, según Rostagno et al. (1983).

$$EM(\text{kcal/ave/día}) = 138,67 \times P^{0,75} + 2 \times G + 2 \times \text{ovo} + 2 P (21 - T^{\circ})$$

Onde:

P: Peso corporal em Kg

G: Ganancia en peso/ave/día en g

Huevo: g huevo/ave/día = %postura/100 x peso huevo

T° = temperatura promedio ambiente (°C)

Ensayos de crecimiento

Crecimiento

- ganancia de peso (GP)
- consumo diario (CD)
- conversión alimenticia (CA)
- tasa de crecimiento específico (TCE)
- tasa de eficiencia protéica (TEP)
- índice de consumo (IC)
- consumo PB (C_{PB})
- consumo lisina (C_{Lis})
- consumo metionina (C_{Met})

Composición corporal:

- materia seca (MS)
- proteína bruta (PB)
- extracto etéreo (EE)
- materia mineral (MM)
- energía bruta (EB)



Eficiencia de utilización de nutrientes

- eficiencia de retención de proteína bruta (ER_{PB})
- eficiencia de retención de energía bruta (ER_{EB})
- proteína en la ganancia de peso (PB_{GP})
- extracto etéreo en la ganancia de peso (EE_{GP})

Morfofisiológicos y enzimáticos

- I. hepato-somático (IHS)
- I. gorduro-vícerosomático (IGVS)
- I. digestório-somático (IDS)
- proteína total plasmática
- glicose sanguínea
- colesterol, triglicerideos (TGC)
- glicógeno
- actividad enzimática



PEZ

ALIMENTO

10%	Agua	66,6%
26%	Proteína	20%
5%	Minerales	3,4%
8%	Lípidos	10%
45%	Carbohidratos	
6%	Fibras	

ETAPAS DE ESTUDIO RELACIONADAS A LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE UNA ESPECIE DE ORGANISMO ACUÁTICO



MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL SISTEMA DIGESTIVO

ESTUDIOS DE HÁBITOS Y COMPORTAMIENTOS ALIMENTICIOS EN LA NATURALEZA

ESTUDIOS SOBRE ECOLOGÍA Y TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y DISPONIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS NATURALES Y ARTIFICIALES

ESTUDIOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS ALIMENTOS:

- Atractividad
- Palatabilidad
- Consumo
- Tiempo de tránsito gastro-intestinal
- Tiempo de retorno del apetito
- Tiempo de vaciamiento gástrico

ESTUDIOS DE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES DE LOS ALIMENTOS

ESTUDIOS SOBRE LA EXIGENCIA DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES EN LAS DIETAS

ESTUDIOS SOBRE EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y DIETAS PRÁCTICAS

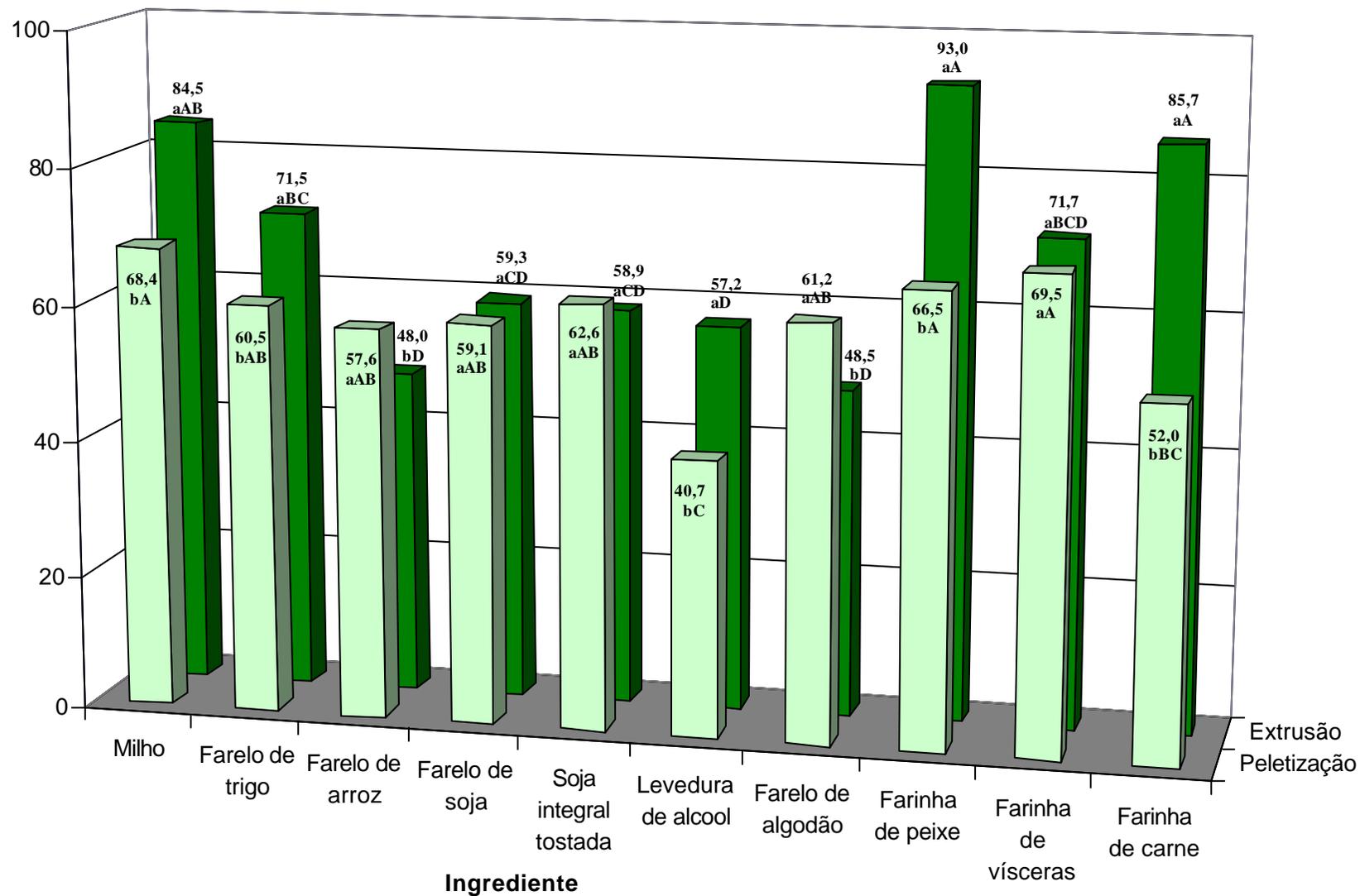
ESTUDIOS SOBRE LA FORMULACIÓN DE DIETAS CON EL MENOR COSTO DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE EL MANEJO DE ALIMENTACIÓN EN CONDICIONES DE CULTIVO:

- Consumo
- Frecuencia de alimentación
- Interacciones con
- densidad de cultivo

PROCESAMIENTO DE DIETAS





Coefficientes de digestibilidad aparente de ENERGÍA BRUTA para dietas procesadas para tilápia nilótica. Promedios seguidos de la misma letra (minúsculas para procesamiento y mayúsculas para ingredientes) son iguales estadísticamente por el test de Tukey (P<0,05).

ETAPAS DE ESTUDIO RELACIONADAS A LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE UNA ESPECIE DE ORGANISMO ACUÁTICO



MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL SISTEMA DIGESTIVO

ESTUDIOS DE HÁBITOS Y COMPORTAMIENTOS ALIMENTICIOS EN LA NATURALEZA

ESTUDIOS SOBRE ECOLOGÍA Y TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y DISPONIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS NATURALES Y ARTIFICIALES

ESTUDIOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS ALIMENTOS:

- Atractividad
- Palatabilidad
- Consumo
- Tiempo de tránsito gastro-intestinal
- Tiempo de retorno del apetito
- Tiempo de vaciamiento gástrico

ESTUDIOS DE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES DE LOS ALIMENTOS

ESTUDIOS SOBRE LA EXIGENCIA DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES EN LAS DIETAS

ESTUDIOS SOBRE EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y DIETAS PRÁCTICAS

ESTUDIOS SOBRE LA FORMULACIÓN DE DIETAS CON EL MENOR COSTO DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE EL MANEJO DE ALIMENTACIÓN EN CONDICIONES DE CULTIVO:

- Consumo
- Frecuencia de alimentación
- Interacciones con
- densidad de cultivo

Promedios de los parámetros de crecimiento y costos de producción de tilápias nilóticas alimentadas con dietas con diferentes fuentes y niveles de proteína

Estadísticas	Variables							
	GP	C	CAA	FAC	TCE	TEP	S	CP
Promedios para fuentes:								
<i>Soya Integral</i>	403,93	11,60	552,78	1,34	1,04	3,20	80,33	0,35 b
<i>Harina de Pescado</i>	427,25	11,61	516,16	1,22	1,07	3,74	82,67	0,35 b
<i>Ensilaje Fermentado de Tilapia</i>	387,00	11,48	464,79	1,20	1,03	3,55	92,67	0,29 a
Diferencia mínima significativa	82,62	1,54	171,56	0,19	0,09	0,49	16,21	0,05
Promedios para niveles:								
<i>20 % de Proteína Bruta</i>	414,50	11,51	548,94	1,31	1,05	3,86 a	82,00	0,34
<i>24 % de Proteína Bruta</i>	393,76	11,62	475,79	1,21	1,04	3,74 a	89,00	0,30
<i>28 % de Proteína Bruta</i>	409,92	11,55	509,00	1,24	1,06	2,91 b	84,67	0,38
Diferencia mínima significativa	82,62	1,54	171,56	0,20	0,08	0,49	16,21	0,15

ETAPAS DE ESTUDIO RELACIONADAS A LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE UNA ESPECIE DE ORGANISMO ACUÁTICO



MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL SISTEMA DIGESTIVO

ESTUDIOS DE HÁBITOS Y COMPORTAMIENTOS ALIMENTICIOS EN LA NATURALEZA

ESTUDIOS SOBRE ECOLOGÍA Y TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA Y DISPONIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS NATURALES Y ARTIFICIALES

ESTUDIOS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS ALIMENTOS:

- Atractividad
- Palatabilidad
- Consumo
- Tiempo de tránsito gastro-intestinal
- Tiempo de retorno del apetito
- Tiempo de vaciamiento gástrico

ESTUDIOS DE LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES DE LOS ALIMENTOS

ESTUDIOS SOBRE LA EXIGENCIA DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES EN LAS DIETAS

ESTUDIOS SOBRE EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y DIETAS PRÁCTICAS

ESTUDIOS SOBRE LA FORMULACIÓN DE DIETAS CON EL MENOR COSTO DE PRODUCCIÓN

ESTUDIOS SOBRE EL MANEJO DE ALIMENTACIÓN EN CONDICIONES DE CULTIVO:

- Consumo
- Frecuencia de alimentación
- Interacciones con
- densidad de cultivo

Crecimiento de catfish alimentados con dietas con tres niveles de proteína con dos tipos de restricción alimenticia durante 125 días.

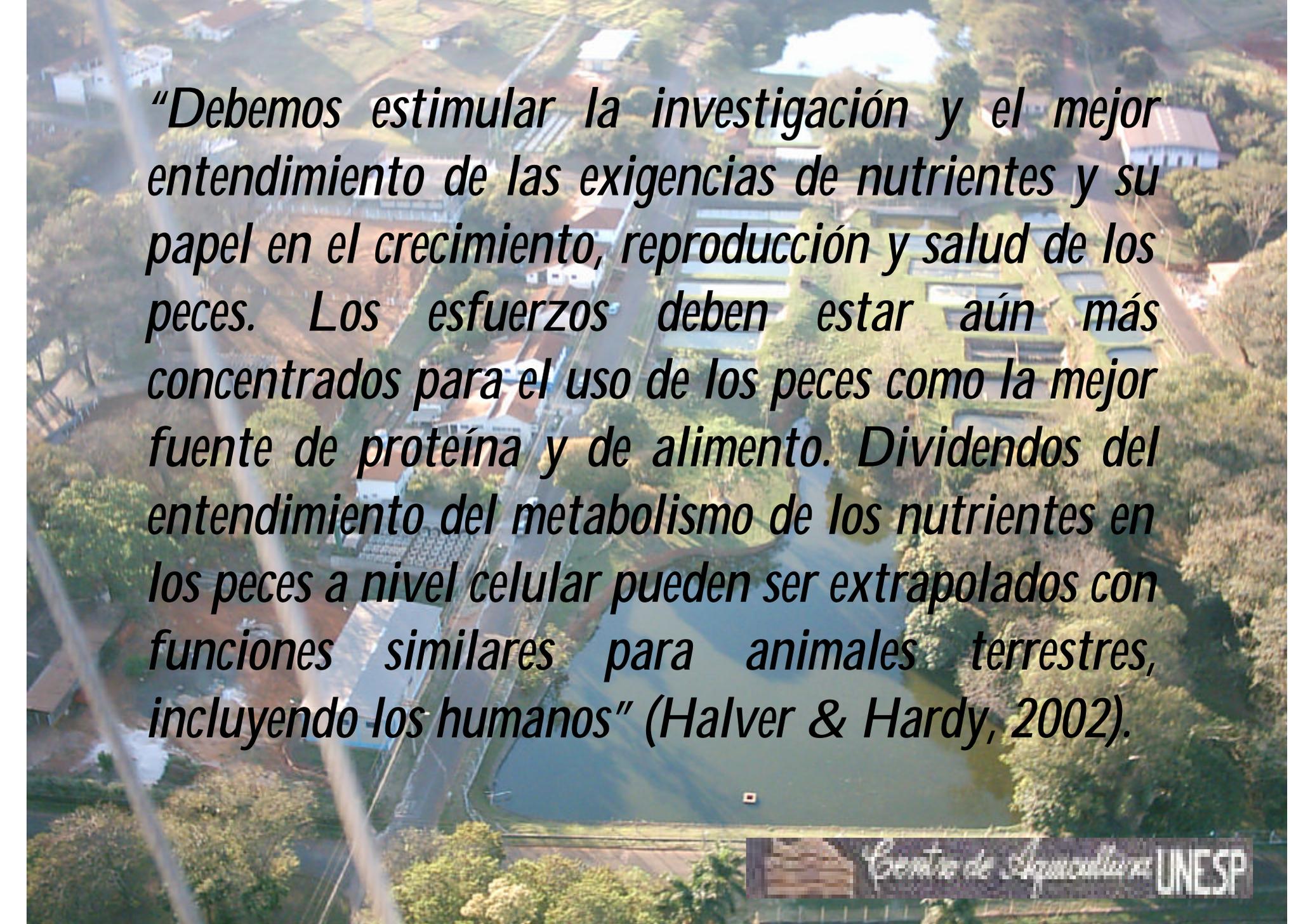
Alimentação	Teor protéico da dieta (%)	Média de peso final (g)	Ganho em peso (g)	Consumo (g/peixe)	Conversão alimentar	Taxa de eficiência protéica
Á vontade	26	593	533 *	783	1,47 NS	2,51 *
	32	562	502	706	1,40	2,13
	38	539	479	696	1,46	1,72
Com restrições	26	448	388**	511	1,32 *	2,81
	32	457	397	487	1,23	2,44
	38	496	436	528	1,21	2,07

Obs: Peso promedio inicial = 60g

Densidad = 13.600 catfish/há (estanques de 400m² co aireadores)

* Efecto linear decreciente

** Efecto linear creciente

An aerial photograph of a university campus, likely UNESP, featuring a large central lake, numerous buildings, and extensive greenery. The text is overlaid on the image in a bold, italicized black font.

“Debemos estimular la investigación y el mejor entendimiento de las exigencias de nutrientes y su papel en el crecimiento, reproducción y salud de los peces. Los esfuerzos deben estar aún más concentrados para el uso de los peces como la mejor fuente de proteína y de alimento. Dividendos del entendimiento del metabolismo de los nutrientes en los peces a nivel celular pueden ser extrapolados con funciones similares para animales terrestres, incluyendo los humanos” (Halver & Hardy, 2002).

MUCHAS GRACIAS !

Laboratório de Nutrição
de Organismos Aquáticos

CAUNESP



adrimu@ig.com.br

www.caunesp.unesp.br

55-16-32032110

