

# Fundamentos de Ciencias Acuáticas – Clase 3 PRINCIPIOS EN ACUACULTURA



Fabrizio Marcillo Morla MBA

[barcillo@gmail.com](mailto:barcillo@gmail.com)  
(593-9) 4194239



# Fabrizio Marcillo Morla

- Guayaquil, 1966.
- BSc. Acuicultura. (ESPOL 1991).
  - Magister en Administración de Empresas. (ESPOL, 1996).
- Profesor ESPOL desde el 2001.
- 20 años experiencia profesional:
  - ◆ Producción.
  - ◆ Administración.
  - ◆ Finanzas.
  - ◆ Investigación.
  - ◆ Consultorías.

[Otras Publicaciones del mismo autor en Repositorio ESPOL](#)

# Principio #15

**“Cuando la calidad de agua no es limitante, para una capacidad de carga “x”, el peso de los organismos cultivados puede estar compuesto de un gran número de peces pequeños o un pequeño número de peces grandes de la misma especie”**

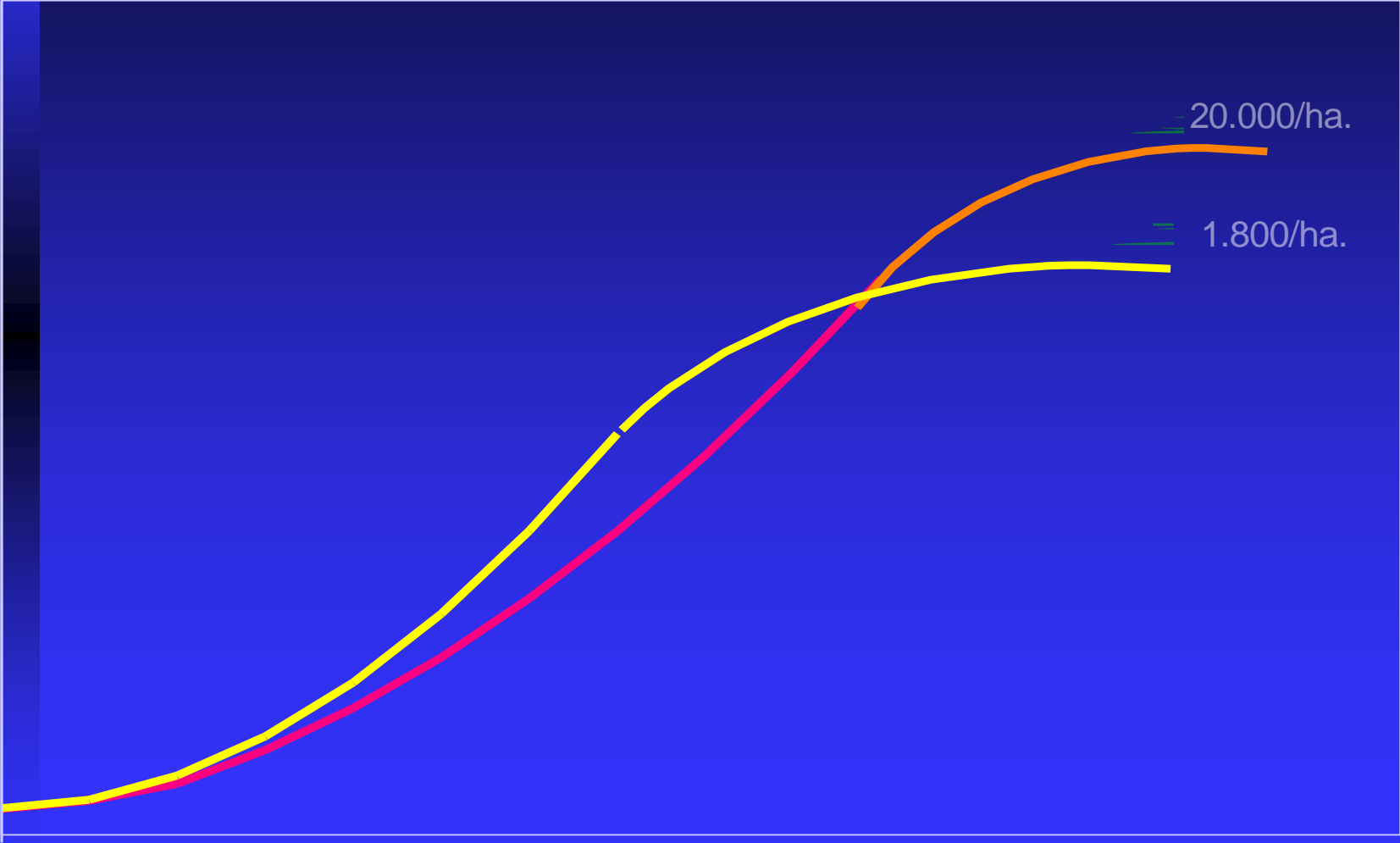
## Porque?

- \* Peces pequeños tienen un mayor velocidad metabolica por peso del individuo.
- \* Peces pequeños pueden aprovechar mejor la productividad prinaria.

Sin embargo, el pequeño tamaño puede limitar la capacidad de carga para una misma especie



Biomasa, Kg



Tiempo

20.000/ha.

1.800/ha.

# Principio #16

**“En un medio donde el crecimiento no es limitado por desechos del alimento y/o por la biota, la máxima biomasa de organismos que puede ser mantenido en una piscina es por combinación de diferentes especies de hábitos alimenticios complementarios”**

## Limitantes:

### Logística:

- \* Tecnología
- \* Facilidades de semilla
- \* Separación en captura
- \* Mercado



**Silver carp**  
**phytoplankton**



**Bighead carp**  
**zooplankton**



**Common carp**  
**benthic**



**Grass carp**  
**herbivore**



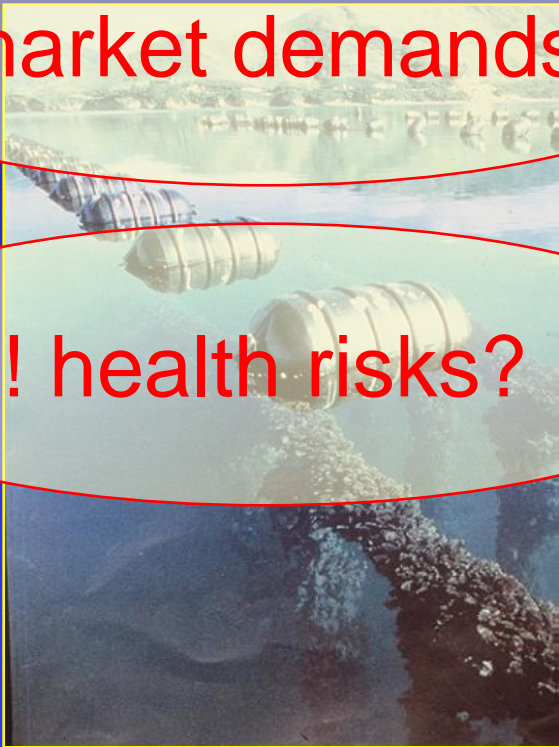
**herbivorous species diversification  
highly recommended**



**! market demands?**



**! health risks?**



# Ejemplos de Producción en policultivo:

## Producción (lb/Acre)

#/Acre	Peces	B. de Canal	Tilapia	C. Plateada	TOTAL
3.000	B.de canal	2.400			2.400
3.000	B.de canal	2.200			3.000
800	Tilapias		800		
3.000	B.de canal	2.500			3.500
1.000	C. Plateada			1.000	
3.000	B.de canal	2.400			4.300
800	Tilapias		800		
1.000	C. Plateada			1.100	





# Principio #17

**“En un medio donde el crecimiento es limitado por desechos del alimento y/o por la biota, la máxima biomasa de organismos (mono o policultivo) que puede ser mantenido en una piscina depende de la capacidad de los organismos a crecer en aguas de pobre calidad”**

# Grado de Crecimiento

Quienes lo afectan:

- ⌚ Temperatura
- ⌚ Calidad de agua
- ⌚ Alimento
- ⌚ Genético
- ⌚ Densidad
- ⌚ Edad
- ⌚ Salud
- ⌚ Sexo
- ⌚ Tamaño

# Grado de Crecimiento

- Capacidad de Carga

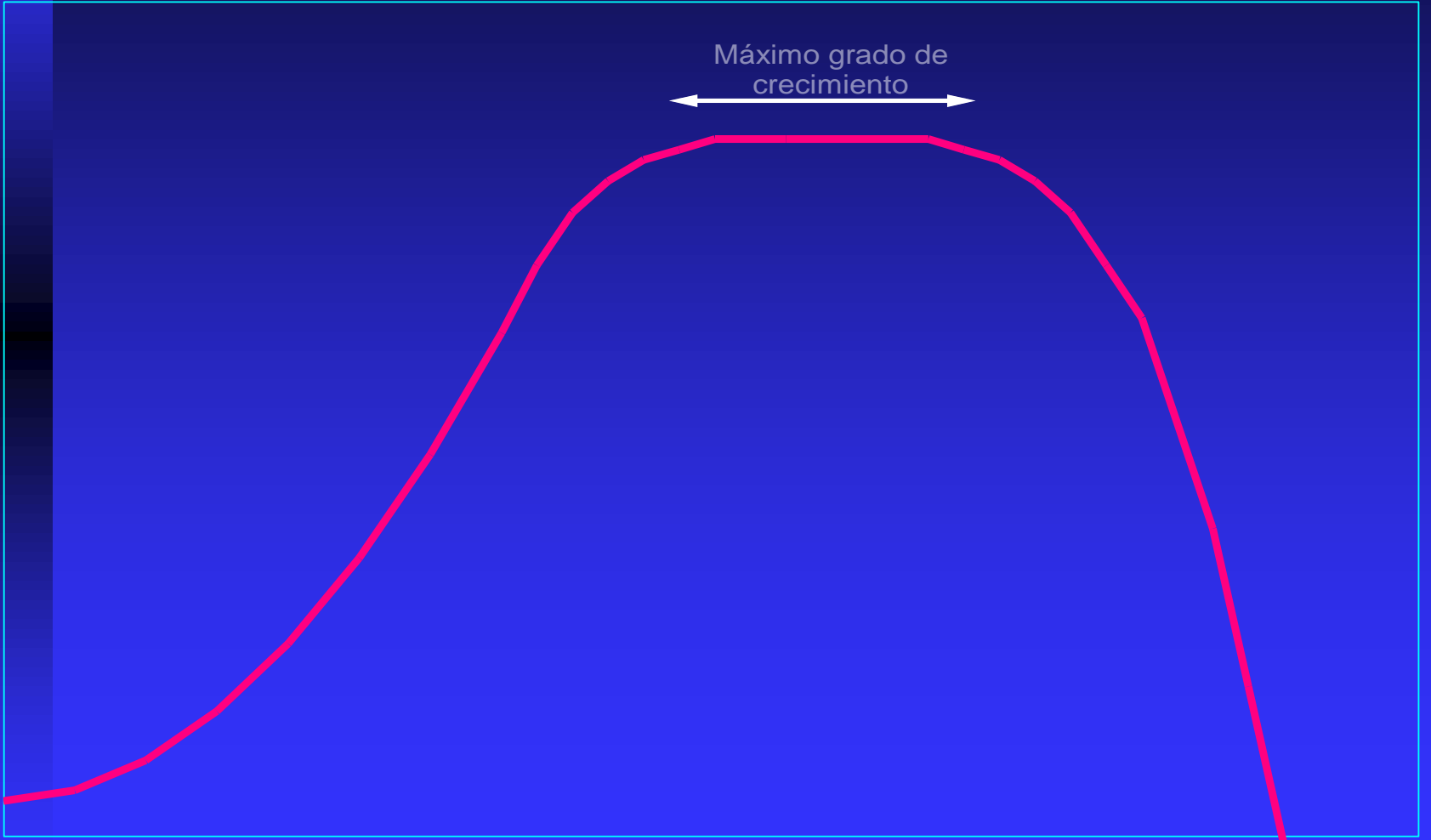
- ◆ Peso/área                      Kg./ha

- Grado de crecimiento

- ◆ Peso/tiempo                      gr./día



Crecimiento g/día

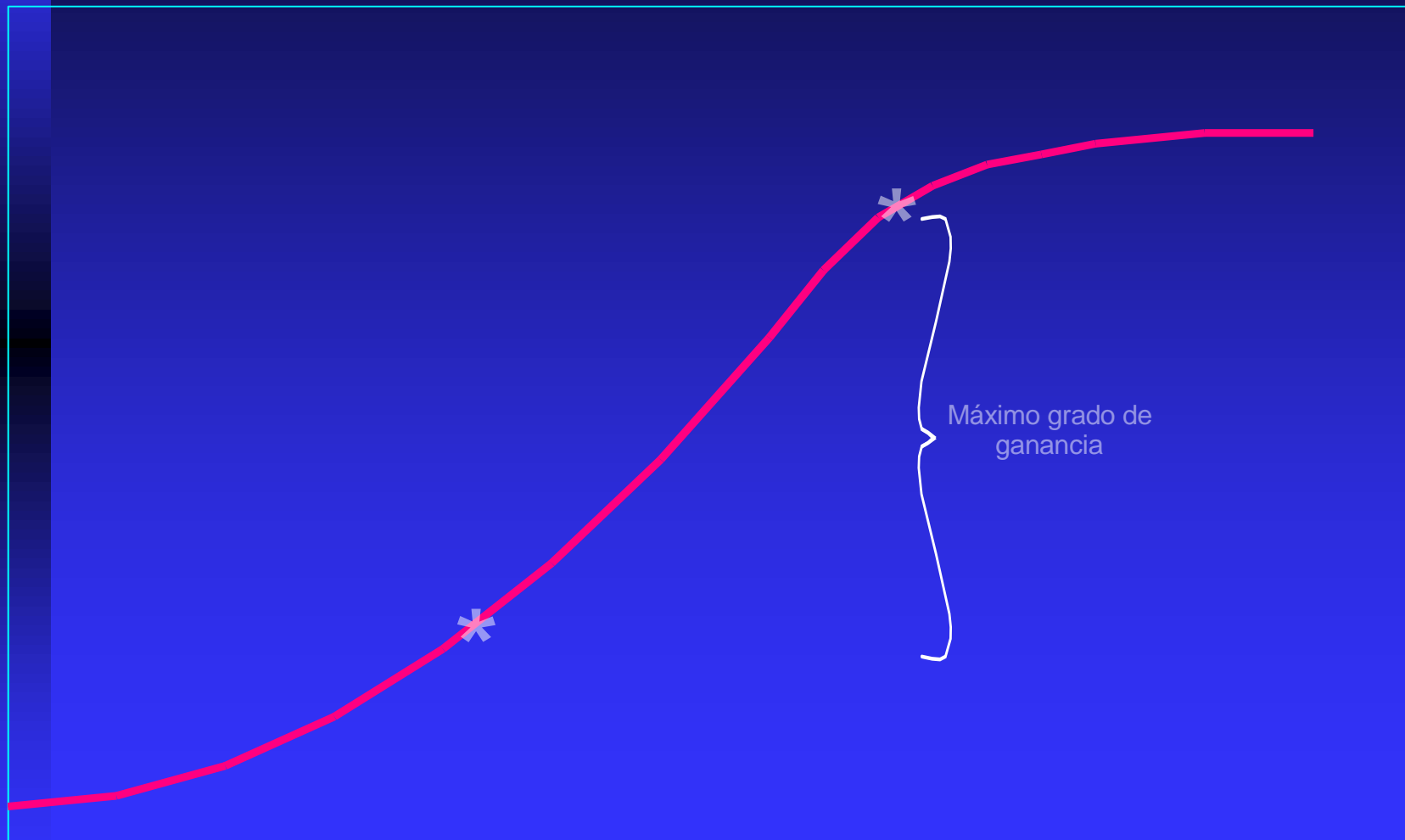


Tiempo (meses)

## Grado de Crecimiento

- ⇒ Cuando el organismo es pequeño no tiene la capacidad de crecer muy rápido, puesto que su peso es pequeño
- ⇒ Como se incrementa el tamaño, este tiene la habilidad de adicionar peso y por lo tanto este se incrementa
- ⇒ Finalmente puede alcanzar un punto en donde una máxima capacidad de adicionar peso a sido alcanzada.
- ⇒ Después de este estado él llega a un punto en que su grado de crecimiento disminuye.

Promedio de crecimiento (g.)



Tiempo (meses)

Máximo grado de ganancia

$$\text{E. de crecimiento} = (\text{E. asimilada}) - (\text{E. de mantenimiento})$$

Actividades de mantenimiento:

- \* Respiración
- \* Reproducción
- \* Regulación catabólica (osmótica)
- \* Actividad muscular (movimiento, alimentación)
- \* Digestión
- \* Excreción
- \* Reparación



# Características del Crecimiento

- \* Un alimento debe ser capaz de poder mantener las actividades y luego hacer crecer al organismo.
- \* Si el organismo alcanza su madures sexual, el crecimiento puede verse reducido.
- \* Un máximo crecimiento se puede alcanzar en aguas con optimo de calidad, temperatura adecuada, alimento adecuado para el organismo.

# Principio #18

**“Organismos enfermos no pueden crecer tan rápidamente como los organismos sanos”**

## Aspectos que influyen la salud de los organismos acuáticos

- \* Nutrición
- \* Calidad de agua
- \* Organismos indeseables (virus o bacterias)
- \* Mala manipulación
- \* Altas densidades
- \* Temperatura del agua



**DISEASE  
TREATMENT**

environment ← (antibiotics) → consumer



**DISEASE PREVENTION**





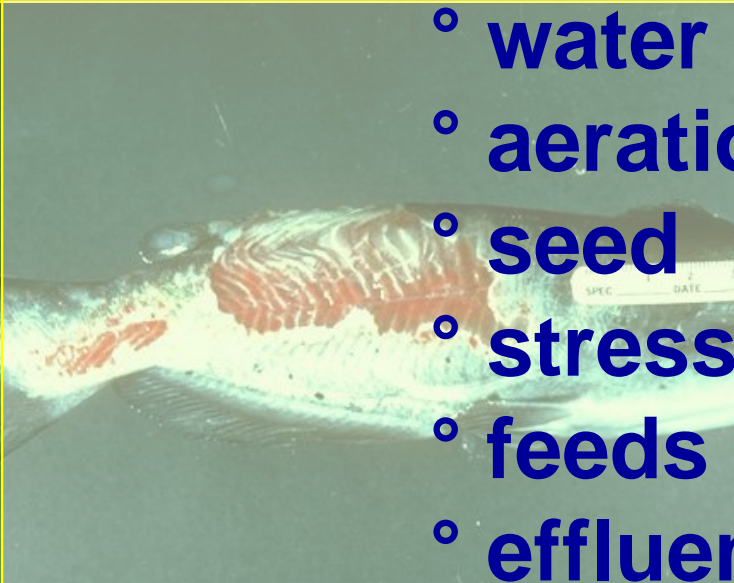


**DISEASE  
CONTROL**  
preventive measures



**GOOD MANAGEMENT PRACTICES**

- water quality
- aeration
- seed
- stress
- feeds
- effluent treatment





FastTarget™

White Spot Virus Detection Kit

**DIAGNOSTICS**  
**molecular techniques**  
**development**  
**validation**  
**correct use**

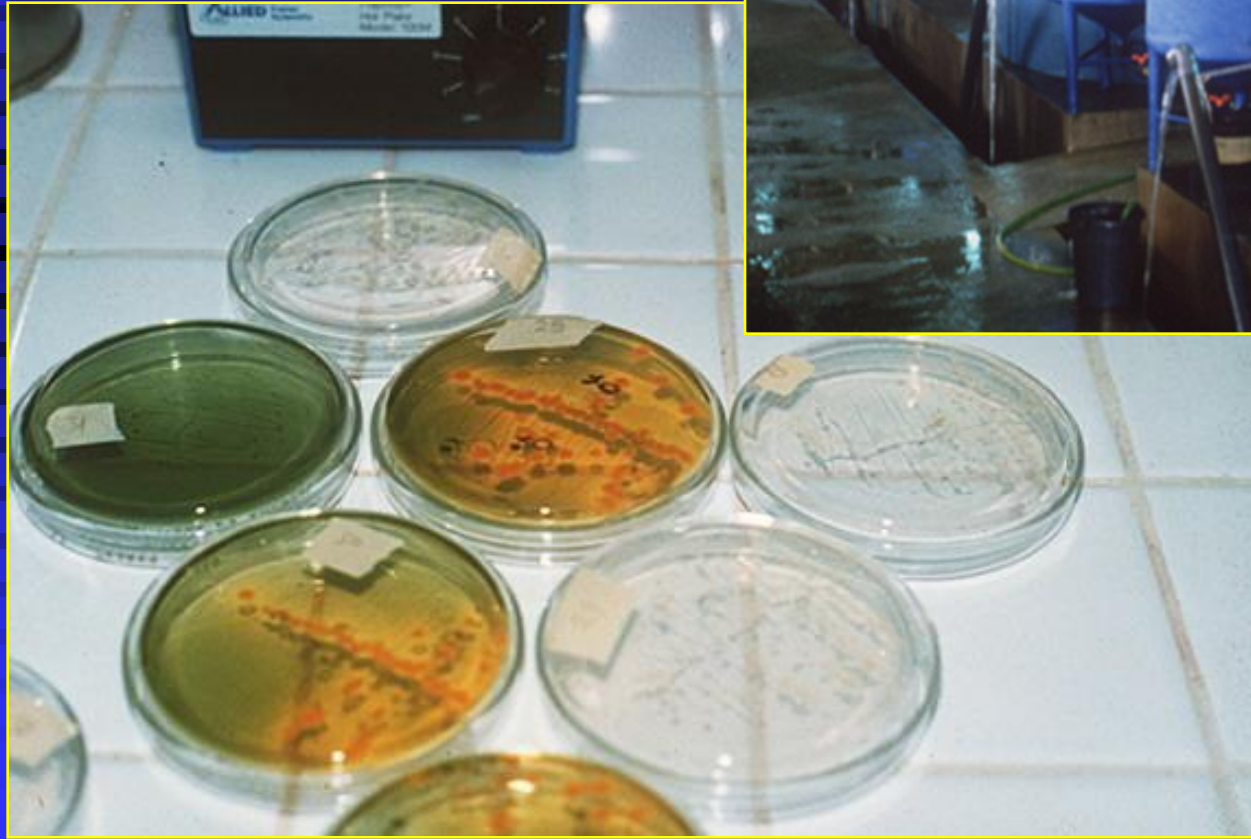






**vaccines  
quarantine  
immunology**





# Principio # 19

**“En un cultivo se necesita que crezca a un tamaño mínimo aceptable para un periodo o estación determinada. Especies de peces con igual tamaño mínimo aceptable (mercado) pueden crecer en diferente grado, pudiendo ser este en un 100% o mas”**



Otros factores (medio ambiente, nutrición) excluyendo grado de crecimiento (genética) son directamente proporcionales a máximo potencial tamaño alcanzable.



Organismos de gran tiempo de madures crecen mas rápidamente que peces de poca etapa de maduración.

💣 Tilapia mas que goldfish

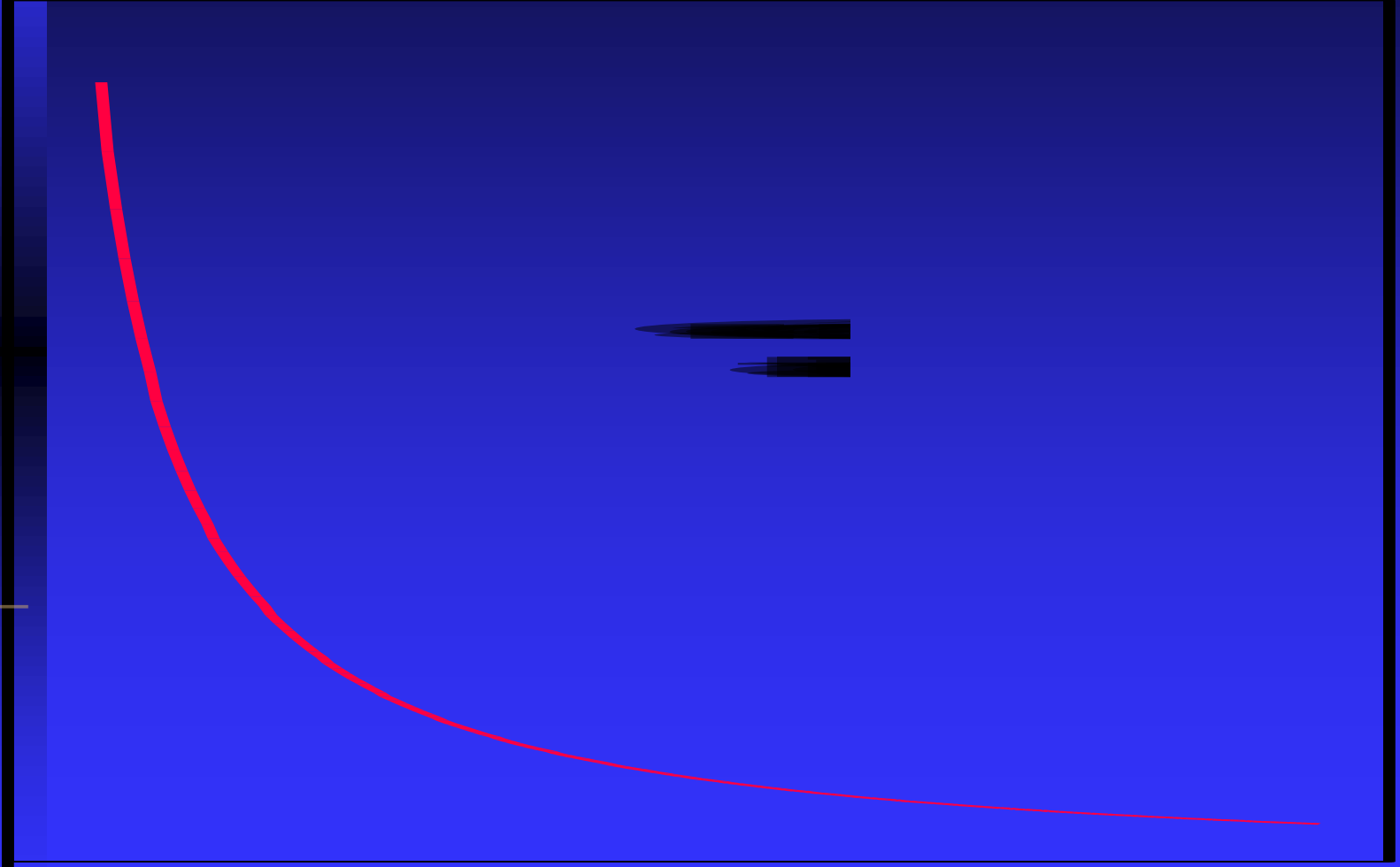
💣 Carpa plateada mas que tilapia

💣 Bagre de canal mayor mas que Carpa plateada

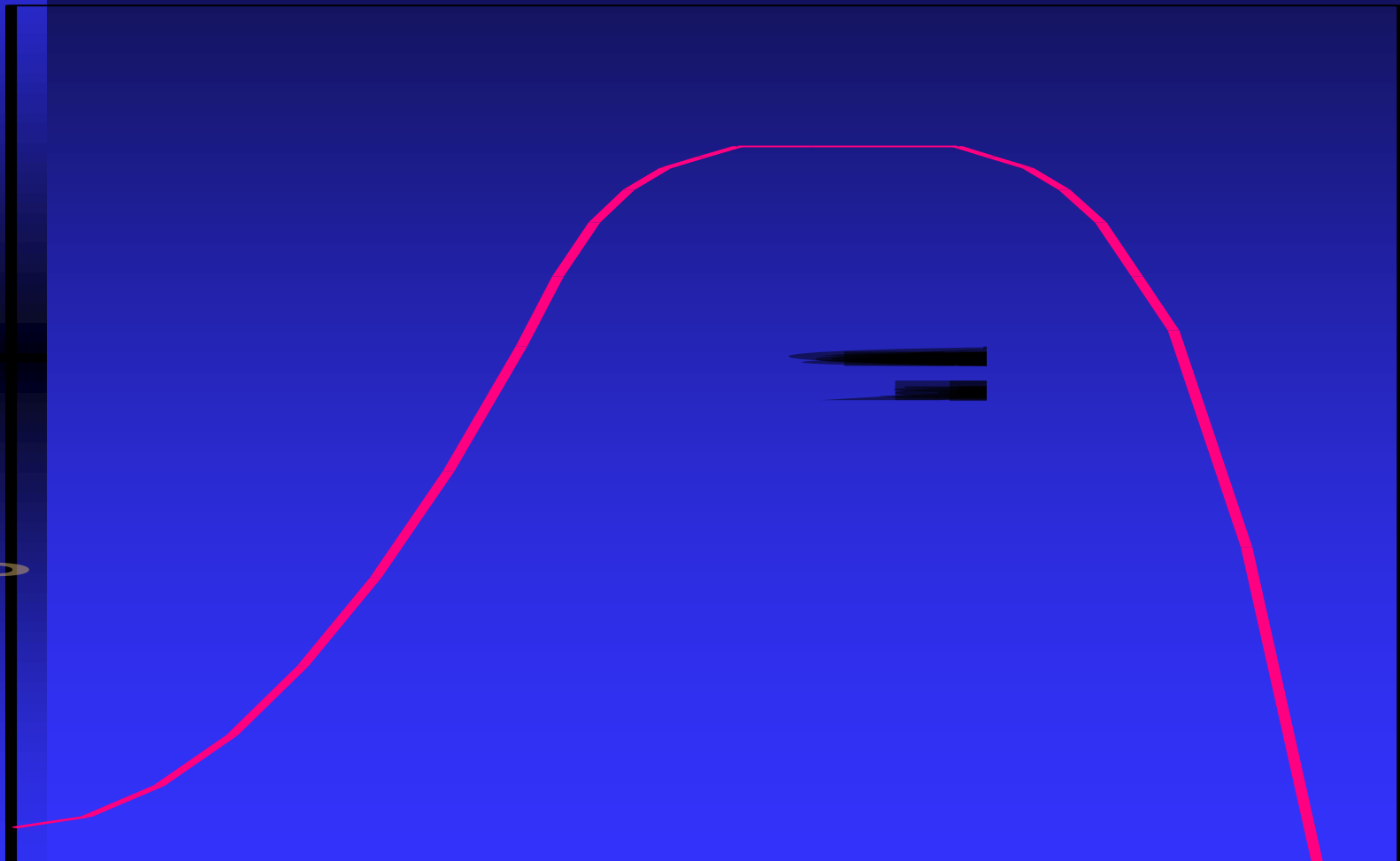


Especies de aguas cálidas crecen mas rápidamente que sus similares de aguas frias con igual potencial máximo de crecimiento.

1000000



Tiempo (seg)



Tiempo (h)

Temperatura



# Principio # 20

**“Los peces pequeños tienen un potencial crecimiento relativo alto pero bajo potencial de crecimiento absoluto, en peces grandes es lo contrario”**

# Crecimiento Absoluto y Relativo

## Relativo

- Cuando el organismo es adulto el porcentaje de incremento en peso es pequeño con respecto al porcentaje de incremento de peso cuando es pequeño.



## Crecimiento Absoluto y Relativo

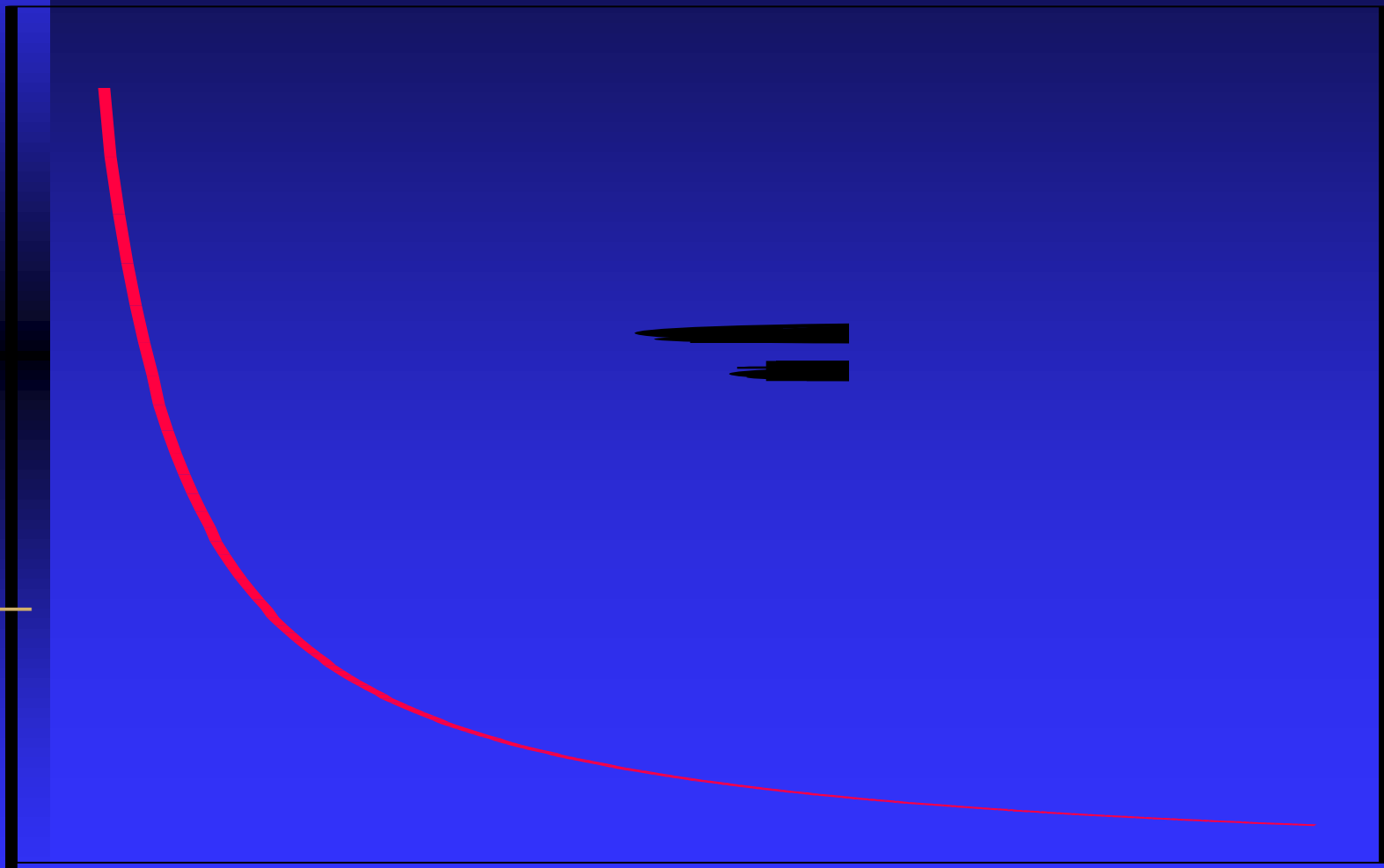
Ej.1 : Un pez pequeño que se sembró en 10 g, después de 30 días él alcanza 40 entonces él creció 30 g.

$$\text{Crec. Relativo} = \frac{\text{Incremento en Peso}}{\text{Inicial Peso}} \times 100 = 30/10 * 100 = 300\%$$

Inicial Peso

$$\text{Crec. Absoluto} = \frac{\text{Incremento en Peso}}{\text{Tiempo (días)}} = 30 \text{ g}/30 \text{ d} = 1 \text{ g/d}$$

Tiempo (días)



Tempo (sec)



## Crecimiento Absoluto y Relativo

Ej.2 : Un pez grande si se sembró en 100 g y después de 30 días llego a un peso de 160 g, entonces el peso ganado es 60 g.

- Crecimiento Relativo =  $60/100 * 100 =$  60%
- Crecimiento Absoluto =  $60/30 =$  2 g/día

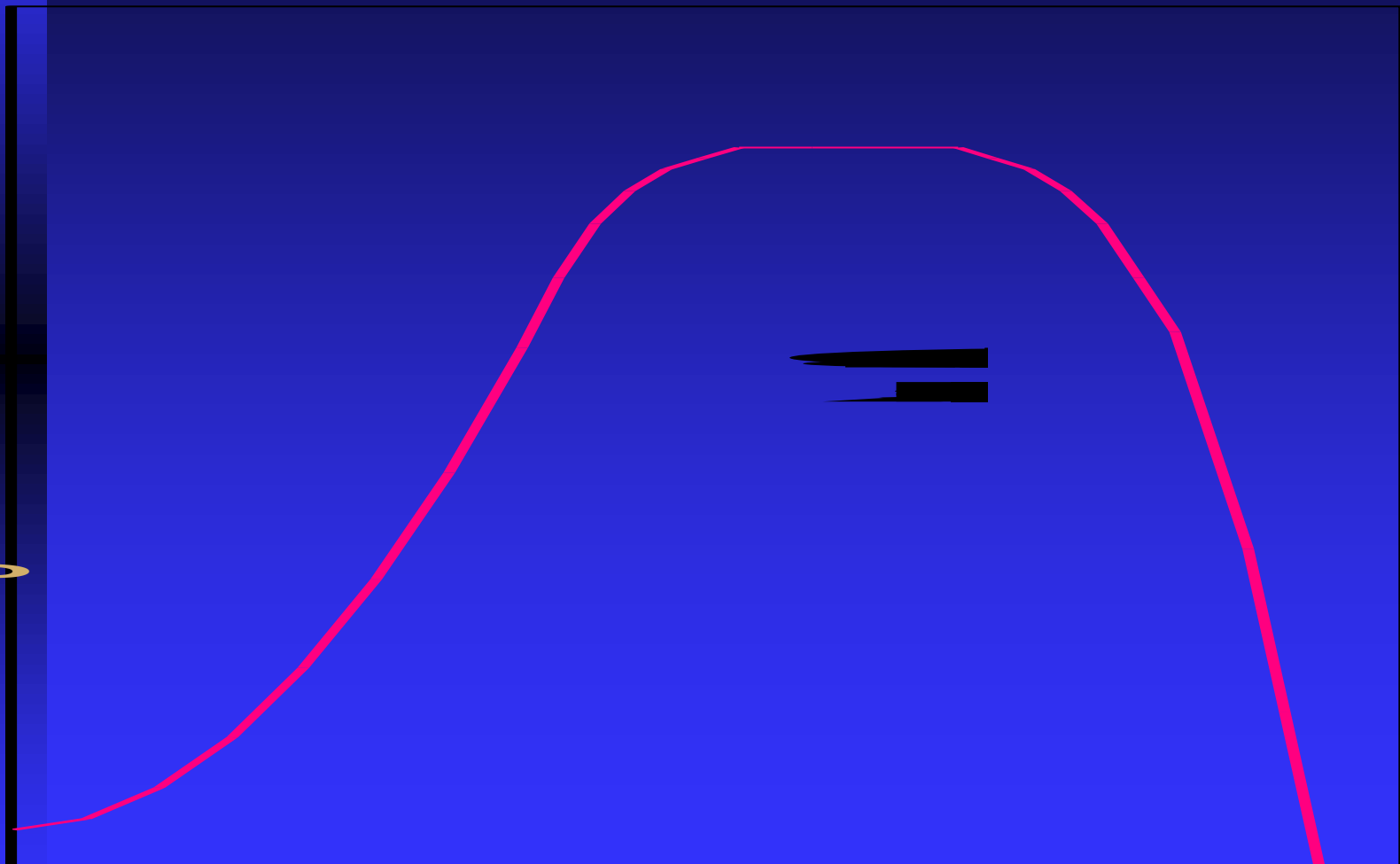
\* Los acuaculturistas son mas interesados por el peso alcanzado que por el crecimiento absoluto.

\* Los peces grandes tienen la capacidad de ganar peso en un grado mayor

# Crecimiento Absoluto y Relativo

## Absoluto

- En términos de acuicultura estaremos interesados mas en el crecimiento absoluto, porque se necesita producir una mayor cantidad de producto por unidad de área o volumen.
- La velocidad de crecimiento absoluto no determina el tiempo en que alcanza el tamaño cosechable.



Tiempo (h)





# Crecimiento Absoluto y Relativo

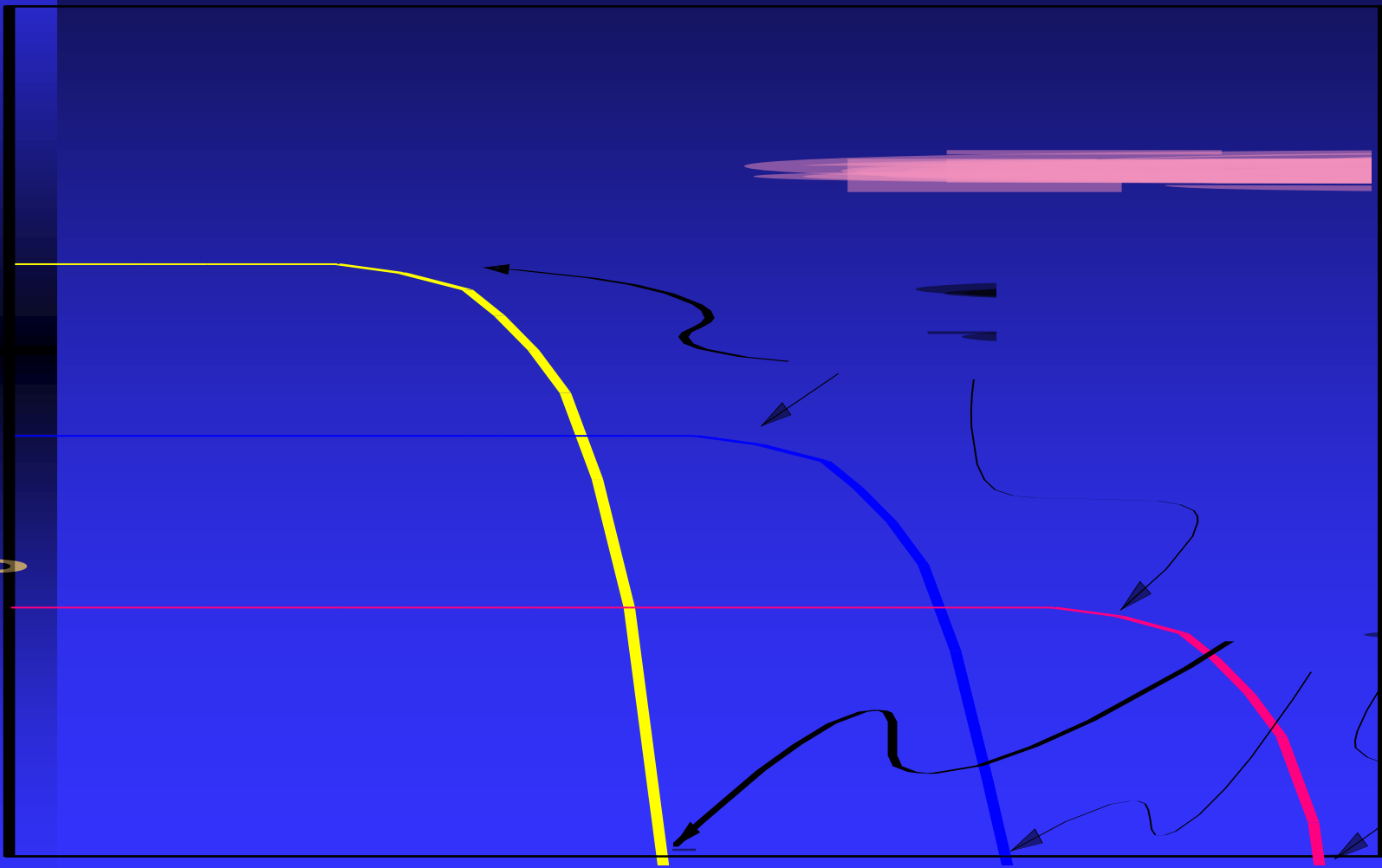
En peces pequeños el elevado metabolismo, necesita de una mayor cantidad de alimento por unidad de peso que los peces grandes (capacidad de crecimiento).

<b>Estado</b>	<b>Cantidad de alimento en % del peso del cuerpo/día</b>
Larvas	8 - 10
Alevines	5
Juveniles	3
Adultos	2

# Principio # 21

“Cuando la densidad de organismos incrementa, la captura de alimento natural por unidad de área aumenta y su disponibilidad disminuye. Cuando la cantidad de alimento alcanza cerca a los niveles óptimos o el OD desciende por la gran cantidad de alimento, el grado de crecimiento podría declinar hasta llegar a detenerse”

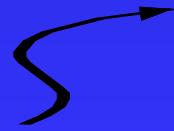
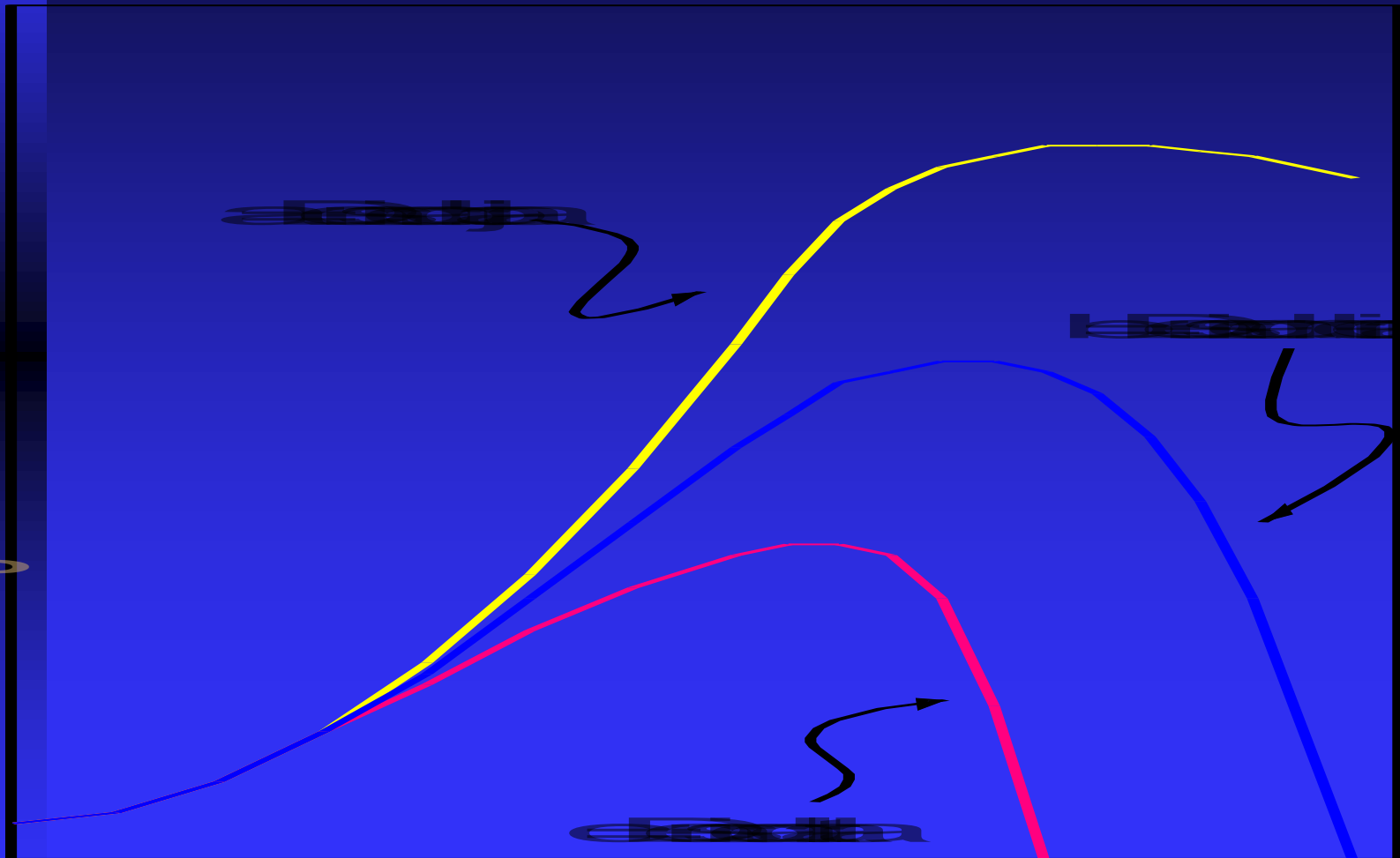
**El tamaño inicial y densidad puede provocar un decrecimiento mas temprano del grado de crecimiento.**



Densidad

**Asumiendo los tamaños iniciales iguales y variando las densidades se puede ver que pasa con el tiempo.**





Volumen (l)

Tiempo (s)

# Relación entre la densidad sembrada y el peso promedio y producción final cosechada, para tilapia en piscinas de tierra en Honduras

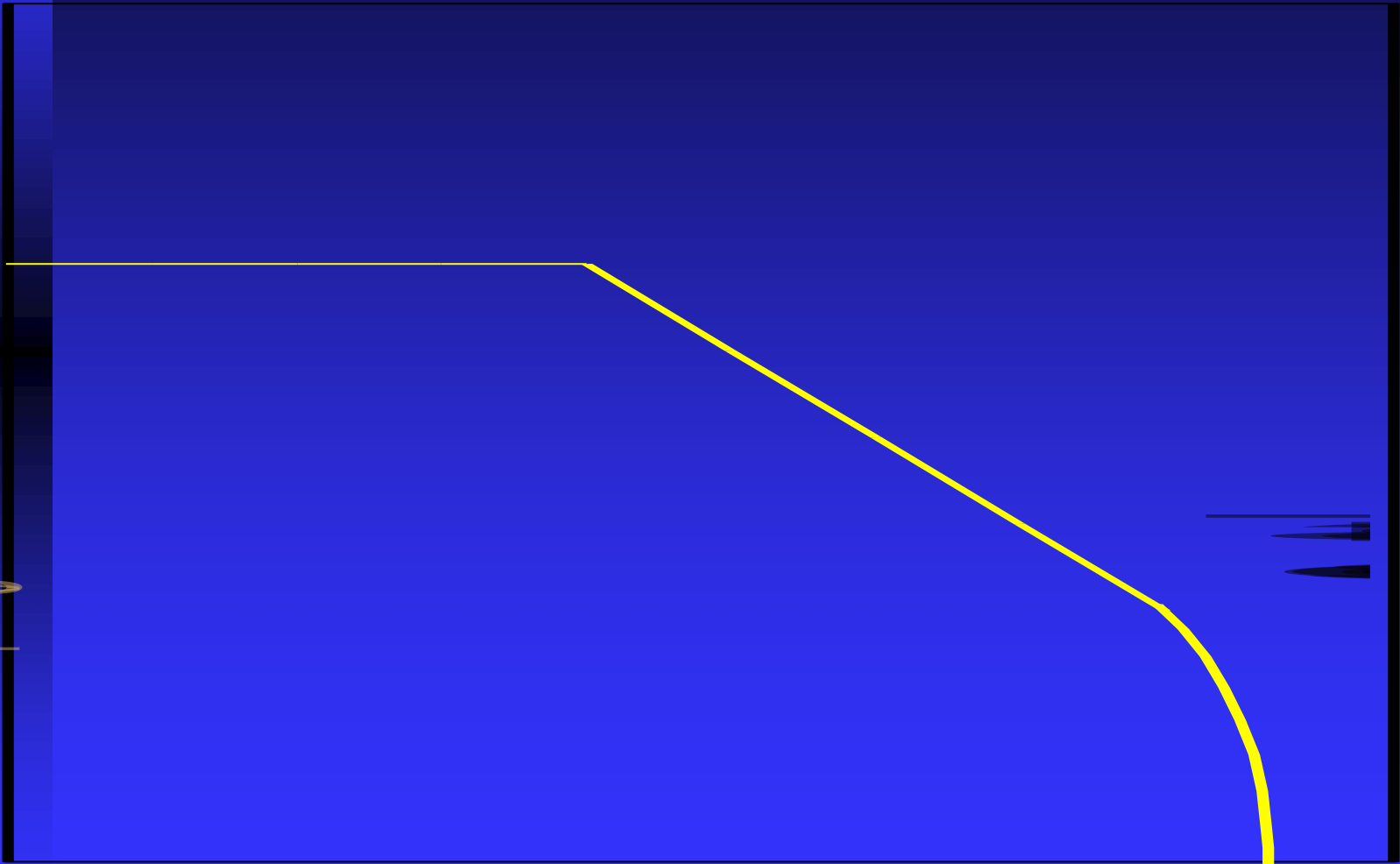
<b>Stocking Rate<sup>1</sup>, fish/ha</b>	<b>Final Weight, g/fish</b>	<b>Survival, %</b>	<b>Yield, kg/ha</b>	<b>Food Conversion</b>
10,000	249	97	2,410	2.0
20,000	200	93	3,709	2.7
30,000	166	96	4,817	2.4

<sup>1</sup>Tilapia were stocked at 17g and fed a 23 % protein pelletized ration for 150 days ( Green, Teichert-Coddington and Hanson, 1994 )

# Principio # 22

**Para un nivel dado de abundancia de alimento, cuando la capacidad crítica de alimentación ha sido alcanzada en un periodo de cultivo, la más alta densidad sembrada conlleva a un mínimo peso promedio de cosecha**

1000000



Densidad

- \* La labor será en encontrar la máxima densidad en la cual se pueda alcanzar el peso deseado para un tiempo dado.
- \* Para un periodo corto de tiempo, se puede regular la densidad y el peso promedio a cosechar en función del número inicial sembrado.

# Principio # 23

**Para cultivos de gran tamaño (mayor tiempo) donde la reproducción es posible o donde los organismos desovan a muy temprana edad, la densidad y tamaño puede ser controlado por medidas biológicas**



El control puede ser por :

- \* Predadores
- \* Cultivos monosexuales
- \* Represión
- \* Cosechas parciales
- \* Limitación de hábitat de reproducción
  - \* Reducción de cavidades
  - \* Eliminación de vegetación
  - \* Bajar niveles de agua
- \* Mortalidad natural

# Harvest with recruitment control







Harvest without recruitment control

La producción total depende de un sin número de factores entre los cuales está:

- \* Tamaño y densidad sembrada
- \* Nutrición
- \* Periodo de crecimiento
- \* Capacidad de carga
- \* Frecuencia de cosecha
- \* Tamaño de organismos a la cosecha
- \* Supervivencia

# Principio # 24

**El máximo potencial producible es alto  
en aguas que tienen una alta  
capacidad de carga por unidad de  
volumen de agua**

## **Características Intrínsecas del Medio:**

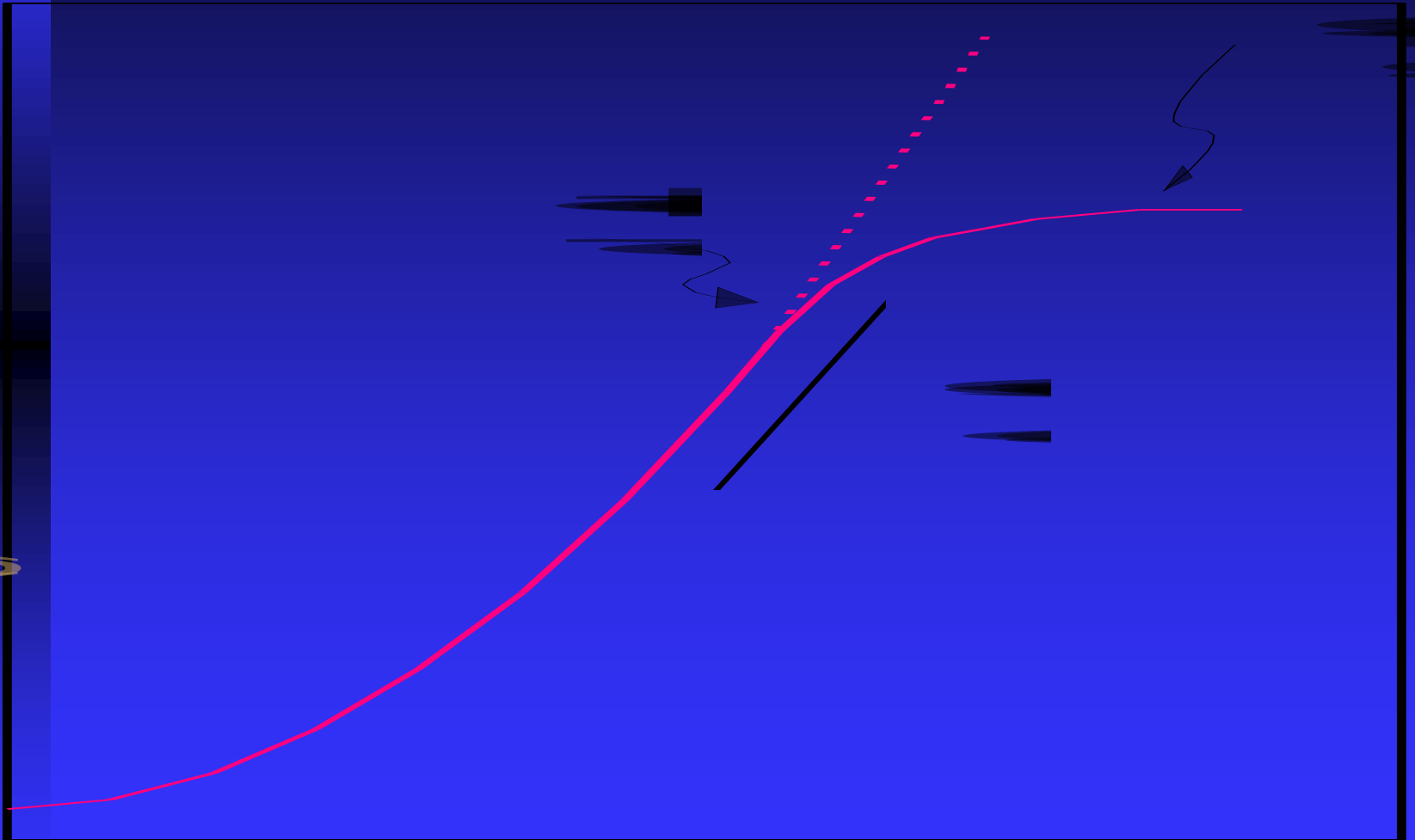
- » **Carga Inicial (DBO)**
- » **Calidad de agua (variabilidad del afluente)**
- » **Calidad del Suelo (?)**
- » **Temperatura**
- » **Capacidad de Recambio (?)**



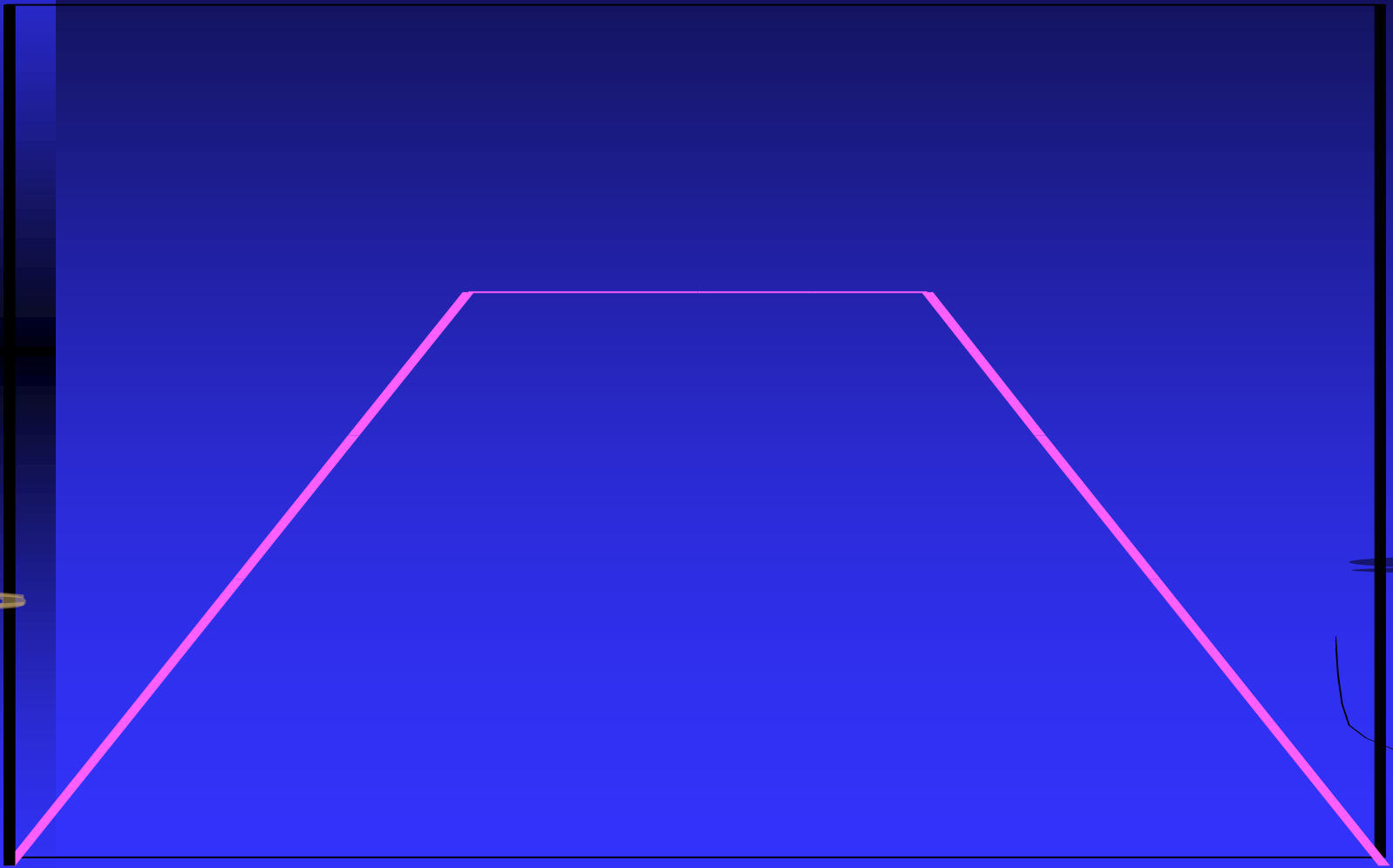
# Principio # 25

**En cultivos de cosechas totales, la producción neta nunca va a ser mas grande que la capacidad de carga por unidad de agua en un periodo de cultivo**

CONFINADO



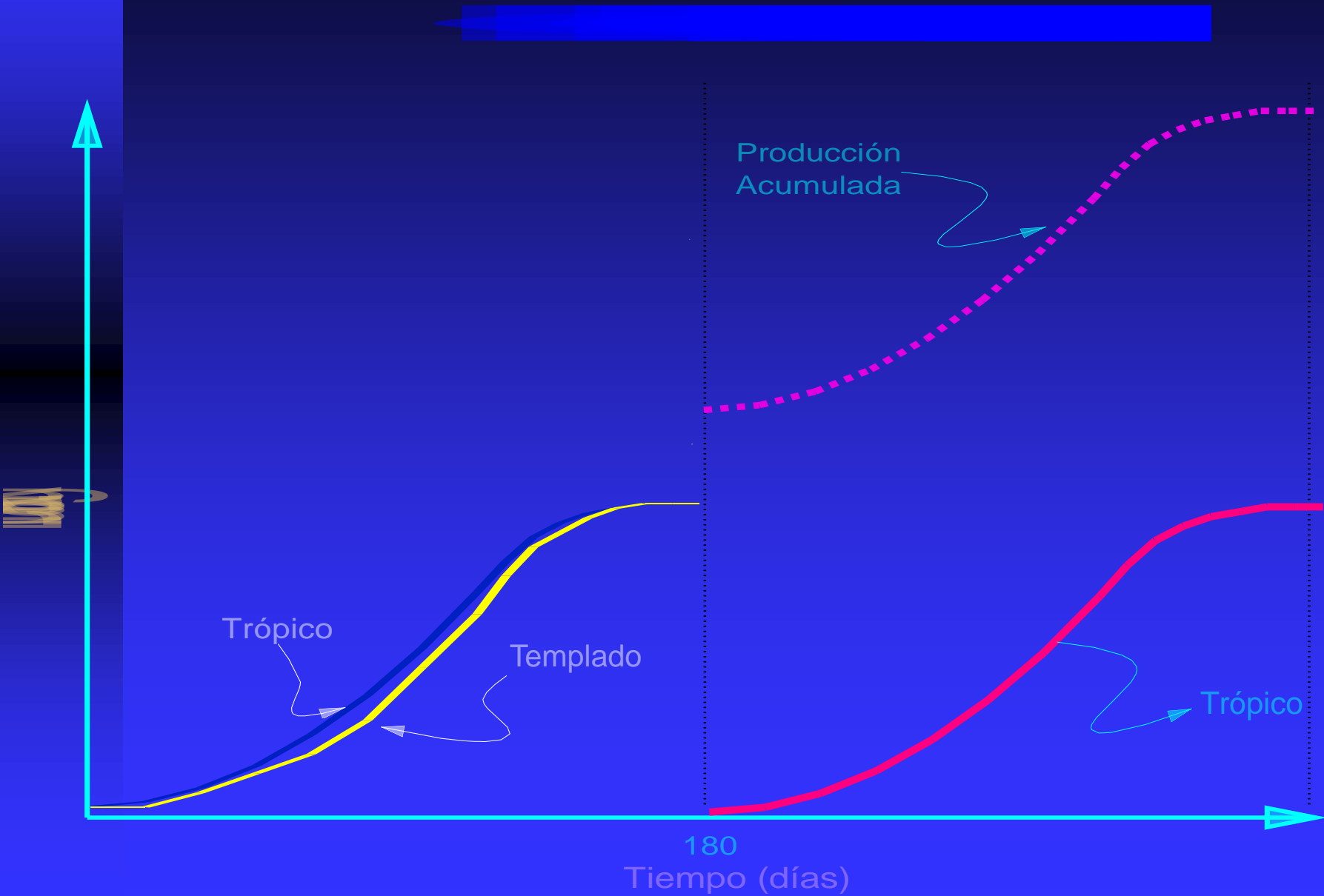
Tiempo (ms)



**P r o d u c c i**

# Principio # 26

**En largos periodos de crecimiento en lugares donde las temperaturas de agua son altas, se alcanza el mayor potencial de producción por unidad de área por año**



# Principio # 27

**En pequeños tamaños comerciales se pueden obtener mayores producciones por unidad de agua en un periodo dado**

# Relación entre la densidad sembrada y el peso promedio y producción final cosechad/Has., para *L. vannamei* en piscinas de tierra en Ecuador

#Inicial	S%	Wf(g)	t(d)	#/año	W(lb/ha)
100.000	55	15	145	2.5	4.543
150.000	65	10	90	3.5	7.517

\* Verificar precios mercado que justifiquen



# aquatic birds

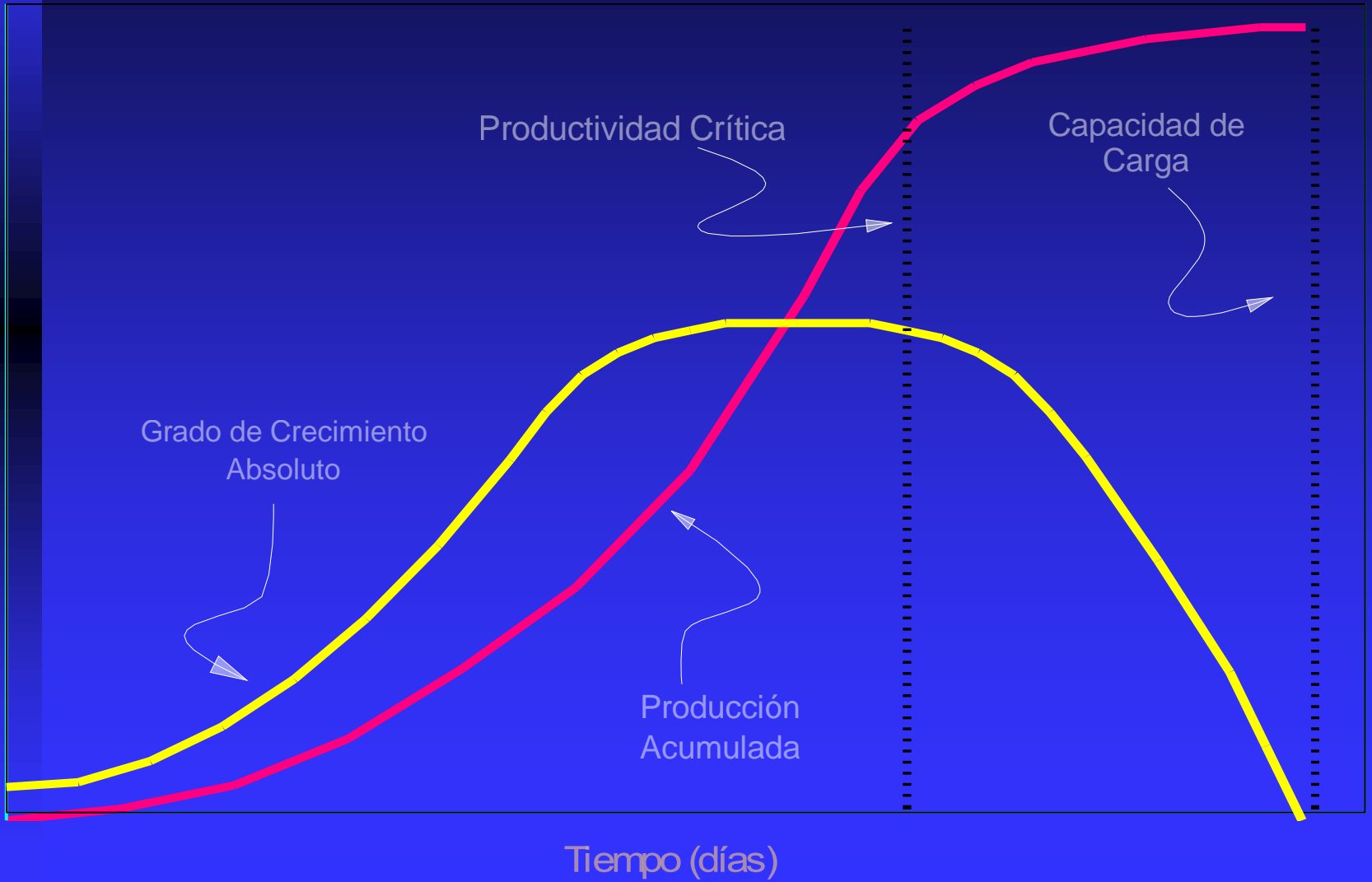


'84 1 2

# Principio # 28

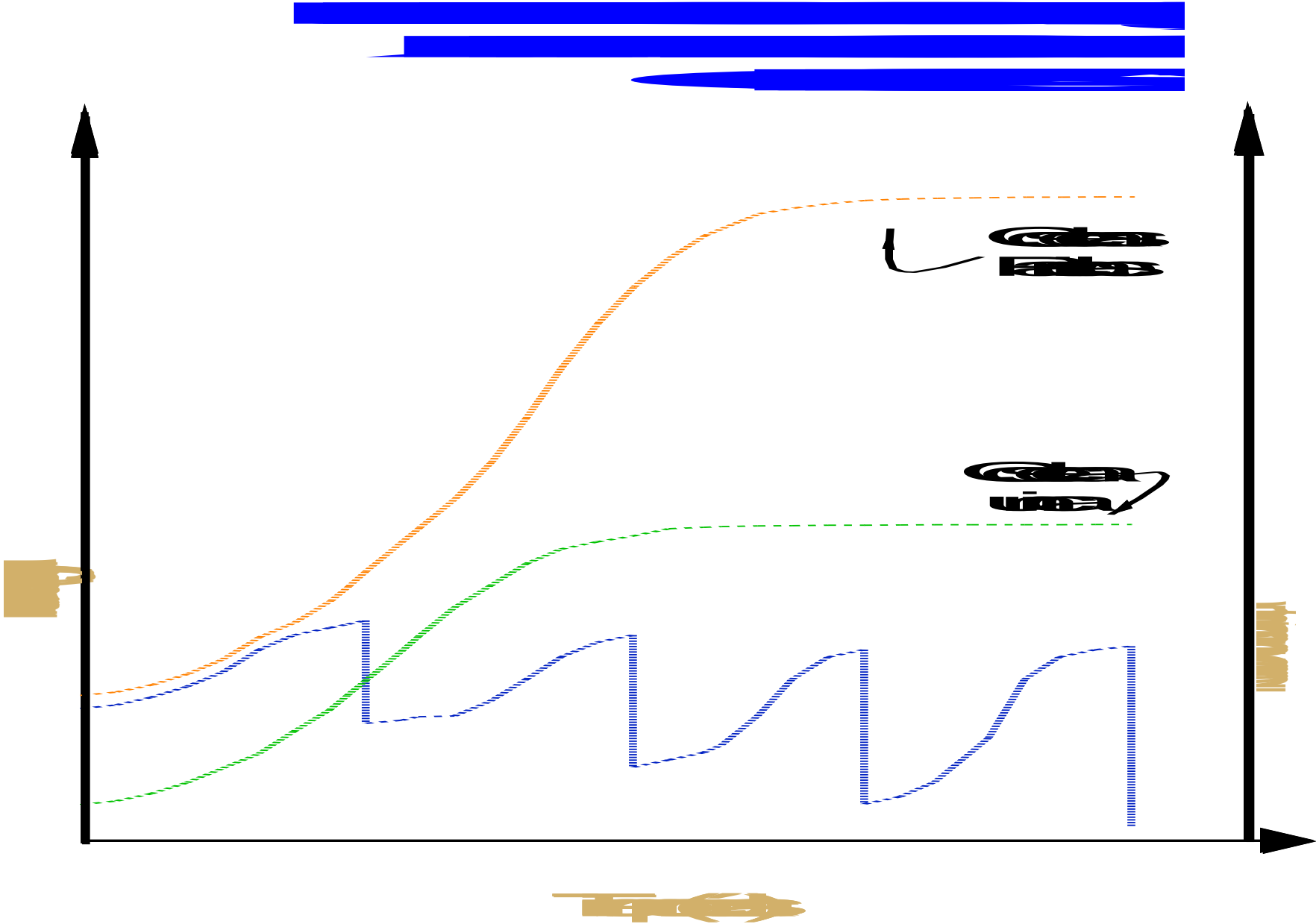
**Las producciones por área pueden ser incrementadas por incremento de las densidades sembradas (Nivel crítico de cosecha), sembrando amplios rangos de tamaños de organismos y haciendo cosechas parciales**

Grado de crecimiento (g/día)



La producción en las cosechas parciales tienen un potencial óptimo de producción, este puede decrecer:

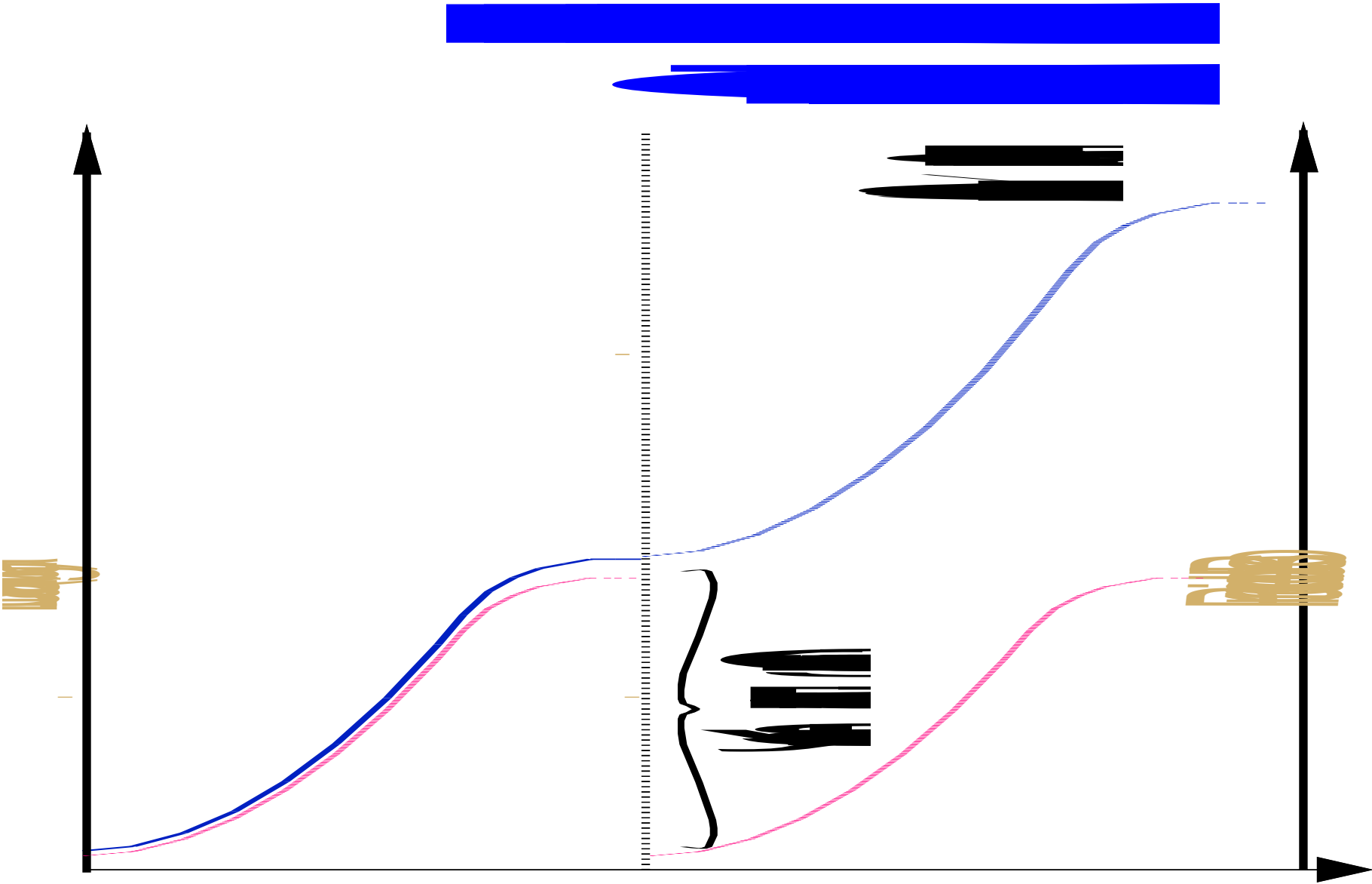
- \* Del momento que los animales que dominan la población sean pequeños (si existe reproducción)
- \* Del momento que la población no es significativa



# Principio # 29

**Las máximas producciones se pueden obtener si se restaura la población cosechada con un número igual (o mas considerando la mortalidad) de organismos pequeños**





# Principio # 30

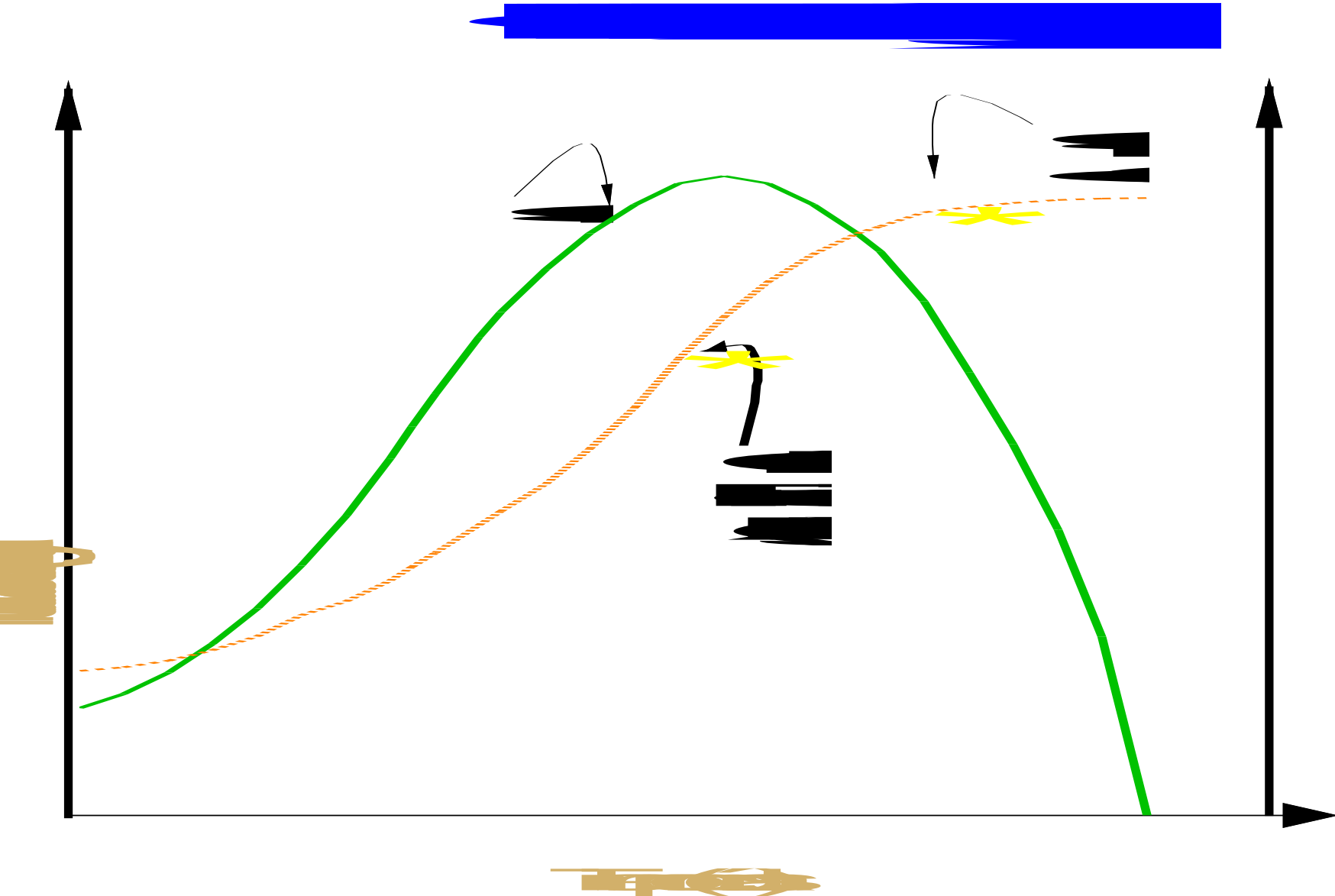
**En aguas estancadas (leniticas) donde el organismo que crece es limitado por los desechos del alimento, o biota; las máximas producciones por unidad de área son obtenidas con un monocultivo o policultivo sembrando un optimo numero de juveniles de variados tamaños, haciendo cosechas parciales y restaurando con individuos que crecen en aguas de pobre calidad**

**dissolved oxygen kill**



# Principio # 31

**Todos los sistemas en acuacultura  
deberán tener beneficios económicos**







biology  
profitability  
sustainability

**BUSINESS** aquaculture

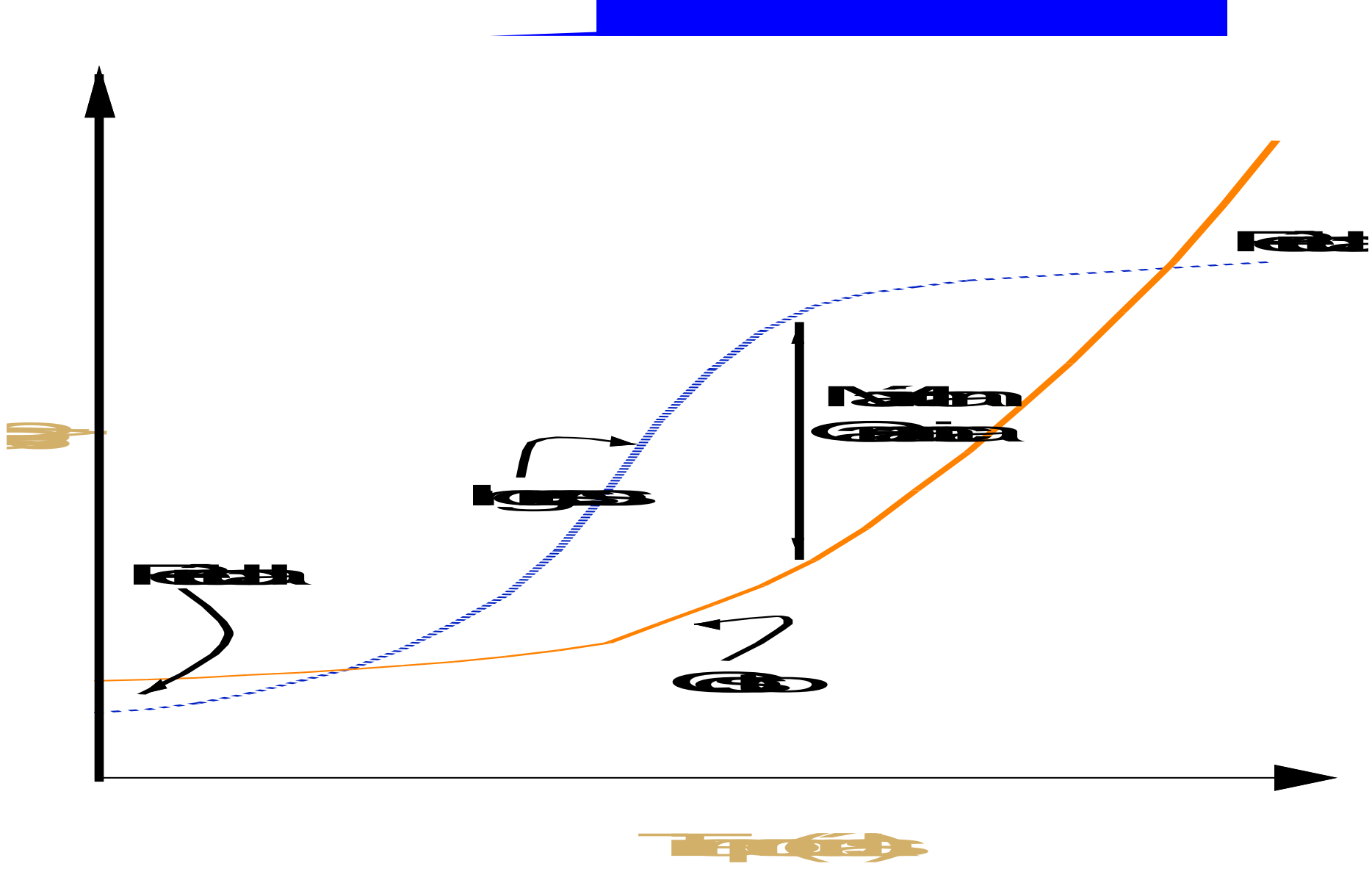




- ★ En un país capitalista si no hay beneficio económico, no se podría trabajar
- ★ En sistemas socialistas el aspecto anterior no es un factor importante?????
- ★ En acuicultura de subsistencia el objetivo es proveer alimento para la gente que lo realiza, entonces este principio no se aplica?????
- ★ El principio debe de ser observado en todas las operaciones comerciales, donde el precio del producto es fijado por el mercado (oferta-demanda) y allí se tiene que producir un producto económicamente rentable

# Principio # 32

**Altas producciones por unidad de área no son mas rentables en piscinas donde se usa alimento o fertilización. Altas rentabilidad se obtienen cuando en cualquiera de esos dos sistemas se alcanza el punto de máxima producción**





**FOOD aquaculture**

**BUSINESS aquaculture**

← polyculture

intensify →



agricultural  
ecosystems



CO<sub>2</sub> sequestering  
forest



marine  
ecosystems

shrimp  
farm

postlarval mangrove nursery

mangrove  
detritus



mangrove  
lagoon

