



INSTITUTO NACIONAL DE PESCA
(INAPESCA)

USOS DE ANTIBIÓTICOS EN ACUACULTURA EN MÉXICO: MITOS Y REALIDADES



Dr. Marco Linné Unzueta Bustamante

Noviembre, 2007

Hermosillo, Son



GENERALIDADES

Los antibióticos y otros agentes antimicrobianos son usados extensivamente en diversas actividades, entre las cuales encontramos su uso terapéutico y profiláctico en medicina humana y veterinaria, incluyéndose en esta última la ganadería, la agricultura y la acuicultura.



PARA QUE?



- Acelerar y alcanzar un mayor crecimiento animal, con un mecanismo que hasta hoy permanece indefinido, y que probablemente incluye un aumento en la eficiencia nutricional de los alimentos adicionados con antibióticos.
- **Prevenir??** infecciones y enfermedades bacterianas: zootecnia **higiénicamente deficientes** que **aumentan la susceptibilidad** de los organismos a la infección y a la **diseminación de patógenos** entre ellos.



Tabla 1. Uso de antimicrobianos en ganadería

| Tipo de uso | | Forma de administracion | Administración a individuos o grupo^a | Animales enfermos |
|--------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|--|
| Terapéutico | Terapia | Inyección, Alimento, Agua | Individuo o Grupo | Animales: individuos o grupos; incluye animales que no están enfermos o con enfermedad |
| Metafilaxis | Profilaxis de enfermedad terapia | Inyección, Alimento, Agua | Grupo | Algunos |
| Profilaxis | Prevención de enfermedad | Alimento | Grupo | Ninguno o enfermedad |
| Subterapéutico | Estimular crecimiento | Alimento | Grupo | Ninguno o enfermedad subclínica |
| | Aumentar la eficacia del alimento | Alimento | Grupo | Ninguno |
| | Profilaxis | Alimento | Grupo | Ninguno |

McEwen, S.A., y Fedorka-Cray, P.J. (2002)



El uso de antibióticos en estas actividades es, generalmente, **indiscriminado** y sin una **racionalidad científica ni económica clara**, acompañándose de una serie de repercusiones para la salud humana y animal, además del correspondiente impacto en el medio ambiente.



REPERCUSIONES



| Tipos de sustancia | Ejemplos | Riesgos | Uso |
|---------------------------|--|---|---|
| Antibióticos | Oxitetraciclina; Sulfadimetoxina-ormetoprim; Amoxicilina | Selección de bacterias resistentes, residuos en alimentos | Uso en profilaxis y tratamiento de infecciones |
| Parasiticidas | Cypermethrin (Excis®) Carbaryl (Sevin®) Trichlorfon FormalinV (Parasite-S®) | tóxico para animales marinos tóxico para animales marinos tóxico para animales marinos tóxico; irritante | Tratamiento de piojos marinos en salmones Reduce infestaciones con camarones en cultivos de ostras Parasiticida en cultivos de peces tropicales Fungicida, controla protozoos, y trematodos en peces |
| Fertilizantes | Nitrógeno, fósforo y metales | Eutrofización | Estimula la producción de algas y bacterias |
| Anestésicos | Metanosulphonate (Tricaine-S®) | Carcinógeno | Anestesia de peces |
| Hormonas ovulantes | Gonadotrofina coriónica (Chondon®) | Mínimos | Induce ovulación en peces |
| Oxidantes | Permanganato de potasio Agua oxigenada Hipoclorito de calcio | Explosivo; irritante Irritante tóxico; irritante | Antibacteriano y algicida |

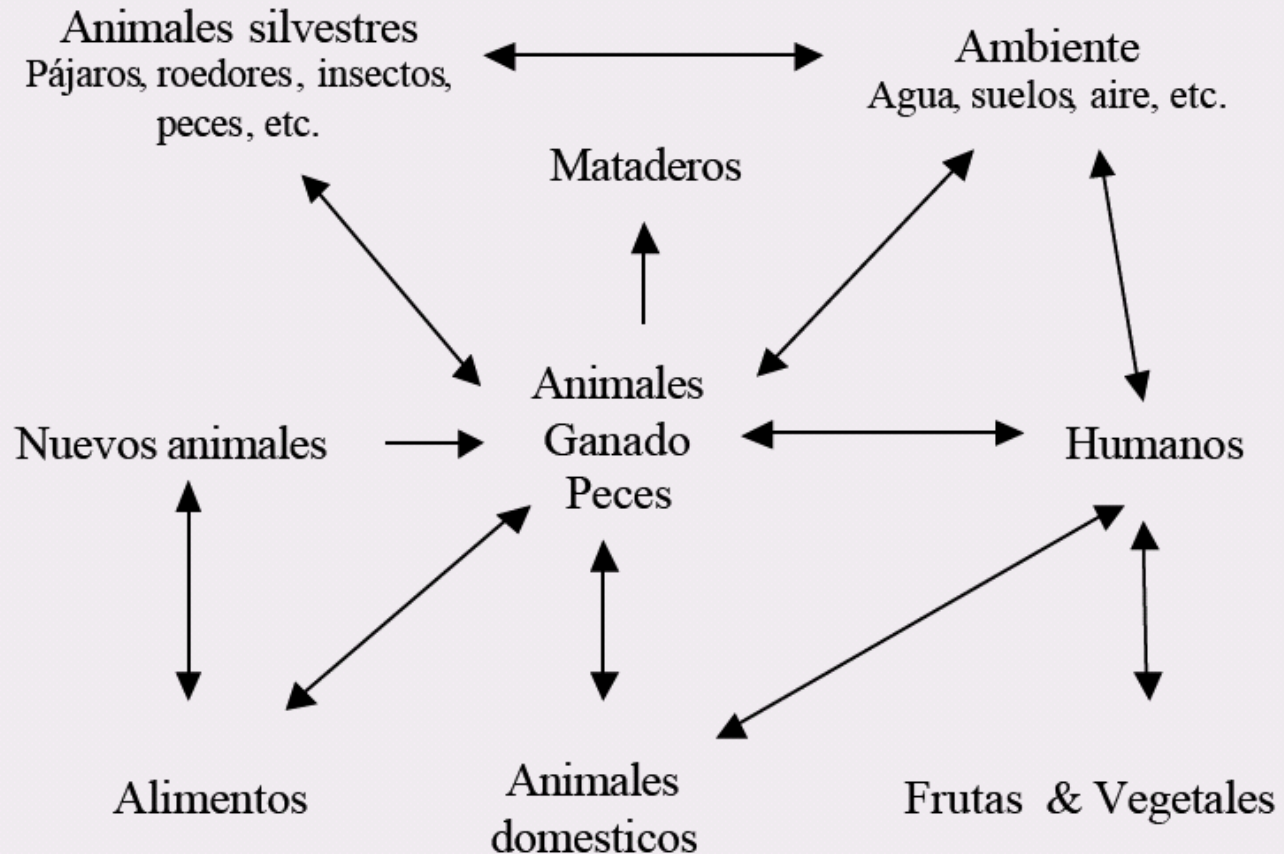


- Aumento de las infecciones por bacterias resistentes a los antibióticos en las poblaciones humanas y animales.
- Alteraciones importantes de las relaciones ecológicas entre bacterias, humanos y animales y su medio ambiente.
- Contaminación de los productos de estas actividades y del medio ambiente con antibióticos residuales que preservan su capacidad antibiótica.



ACUACULTURA Y RESISTENCIA A ANTIBIOTICOS

Figura 1. Rutas en la diseminación de la resistencia a antibióticos



McEwen, S.A., y Fedorka-Cray, P.J. (2002)



MECANISMOS RESPONSABLES DE LA VARIACIÓN GENÉTICA EN POBLACIONES BACTERIANAS

Mutación:

- ✚ La rápida multiplicación bacteriana, que produce un alto número de generaciones en un reducido número de horas, la haploidía de su material genético que favorece una rápida expresión de la variación genética, la complejidad y los altos números de individuos de las poblaciones bacterianas en el ambiente que favorecen también la variación genética,



MECANISMOS RESPONSABLES DE LA VARIACIÓN GENÉTICA EN POBLACIONES BACTERIANAS

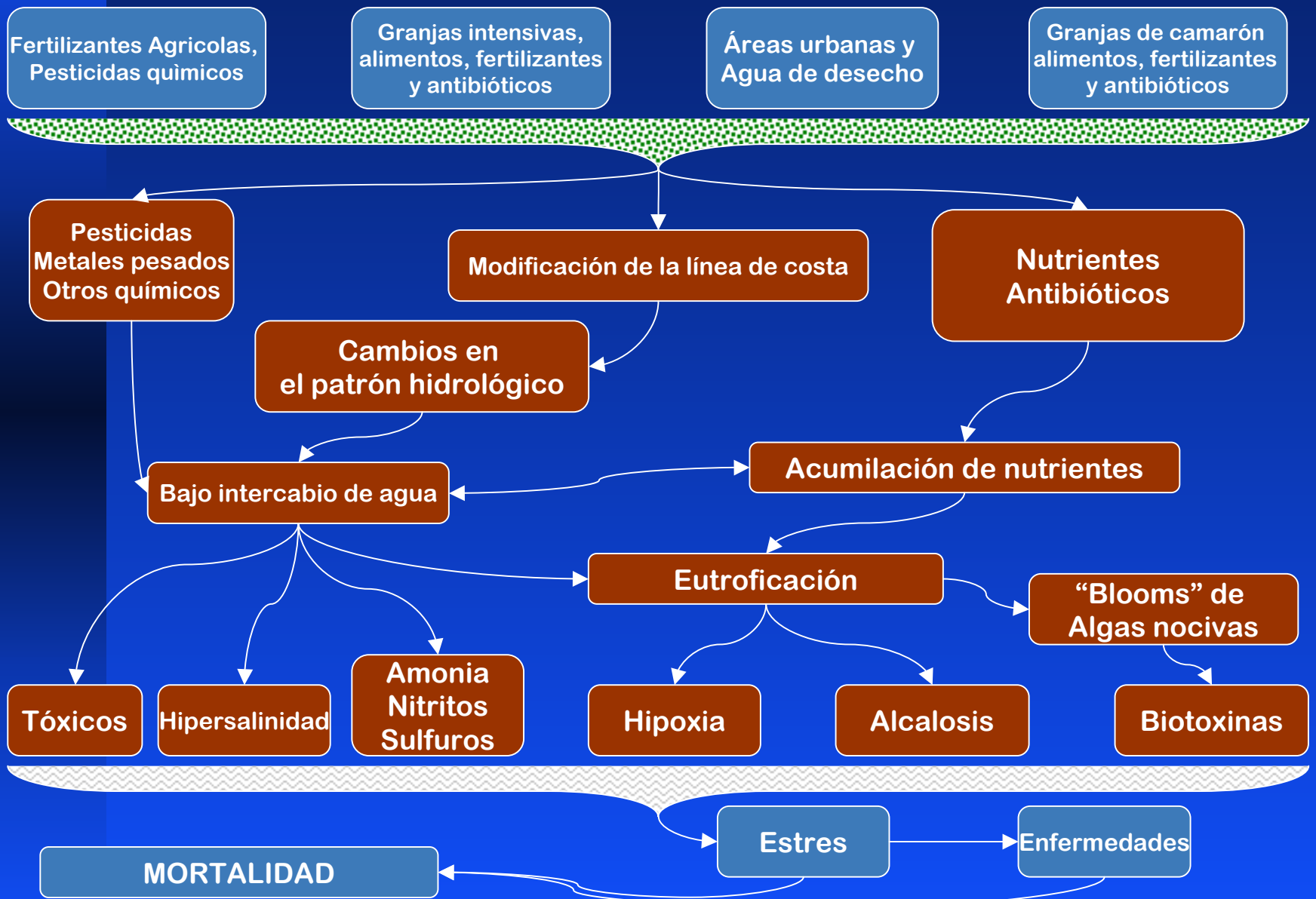
Intercambio Genético:

- Transformación, transducción y conjugación, además de los de transposición e integración, siendo estos últimos responsables del intercambio genético entre moléculas de una misma bacteria.



Factores que Favorecen la Variación Genética Y el Intercambio Genético Entre Bacterias en el Ambiente Acuático

- Altas concentraciones de bacterias.
- Altas concentraciones de bacteriófagos.
- Contaminación con bacterias de origen humano y animal.
- Uso de antibióticos como factores de crecimiento, en profilaxis y en tratamiento.
- Presencia de antibióticos residuales.
- Eutrofización y alteraciones de la productividad.







CASO APLICADO

NECROSIS HEPATOPANCREATICA

NHP



Necrosis (en griego, Νεκρός):

Muerte patológica de un conjunto de células o de cualquier tejido del organismo, provocada por un agente nocivo que ha provocado una lesión tan grave que no se puede reparar o curar como por ejemplo el aporte insuficiente de sangre al tejido o isquemia, un traumatismo, la exposición a la radiación ionizante, por la acción de sustancias químicas o tóxicos, por una infección, o por el desarrollo de una enfermedad autoinmune o de otro tipo. Una vez que se ha producido y desarrollado la necrosis, es **irreversible**.



Causas de lesión

1. Isquemia e hipoxia
2. Traumatismo
3. Sustancias químicas
4. Agentes infecciosos
5. Variaciones térmicas
6. Radiaciones ionizantes
7. Agentes inmunológicos
8. Alteraciones genéticas



Apoptosis o Apobiosis

Muerte celular programada. En este caso una serie de acontecimientos fisiológicos o patológicos generan unos cambios bioquímicos en la célula y ésta "decide" su propia muerte, de una forma ordenada, disgregándose en pequeñas vesículas que serán fagocitadas por los macrófagos y sin mayor repercusión para el tejido en cuestión



Toxinas

Tabla 1.- Resumen de afecciones causadas por aflatoxina B₁ (AFB₁) en camarones peneidos.

| Dosis | Tiempo Exposición | Afección | Especie | Cita |
|------------|-------------------|--|------------------------|--|
| 25-160 ppm | 24 hrs* | Hepatopancreas | <i>P. stylirostris</i> | Wiseman <i>et al.</i> , 1982 |
| | 96 hrs* | Órgano Mandibular | | |
| | | Órgano Hematopoyetico | | |
| | | | | |
| 50-300 ppm | 4 semanas | Hepatopancreas Órgano Mandibular Órgano Hematopoyetico | <i>P. vannamei</i> | |
| 50 ppb | 21 días | Hepatopancreas Glándula Antenal | <i>P. vannamei</i> | Otrowski-Meissmer, <i>et al.</i> , 1995 |
| 250 ppb | 56 días | Aumenta la TCA | | |
| 400 ppb | | Disminuye Peso Final | | |
| 900 ppb | | Reduce la Digestibilidad | | |

Villareal-Cavazos, D.A., Guajardo Barbosa, C., Ezquerro-Brauer, J.M., Scholz, U., Cruz-Suárez, L.E. y Ricque-Marie, D. 2004. Efecto de las Micotoxinas en la Nutrición de Camarones Pendidos. In: Cruz Suárez, L.E., Ricque Marie, D., Nieto López, M.G., Villareal, D., Scholz, U. y González, M. 2004. Avances en Nutrición Acuicola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 16-19 Noviembre, 2004. Hermosillo, Sonora, México



Vitaminas

- Vitaminas de la serie B, colina e inositol: Disminución en la tasa de crecimiento y supervivencia, irregularidades en el ciclo de muda, cambios en la coloración del cuerpo y anomalías del exoesqueleto.
- Ácido ascórbico o vit. C: Problemas en la síntesis de colágeno, caracterizada por melanización. Disminución del crecimiento, reducción de la frecuencia de la muda o mudas incompletas, disminución de la resistencia al estrés y mortalidad, hipertofia y desorganización del tejido tegumentario.

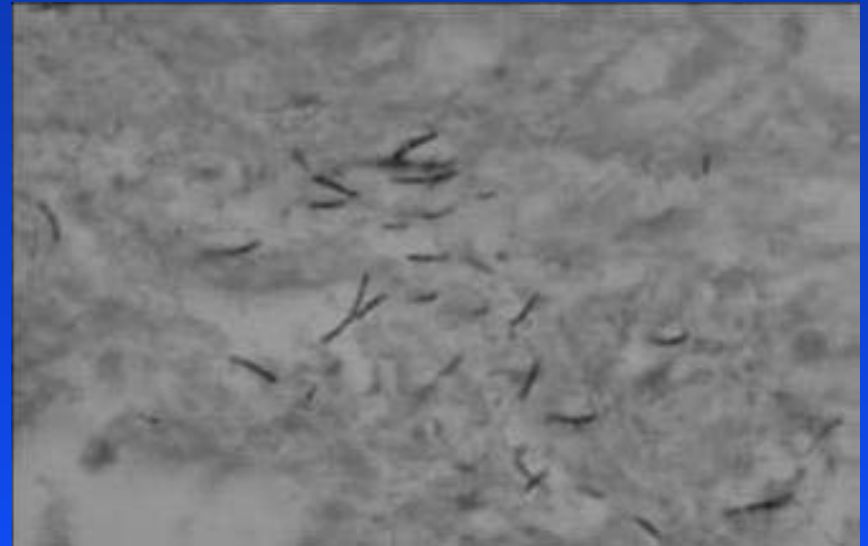
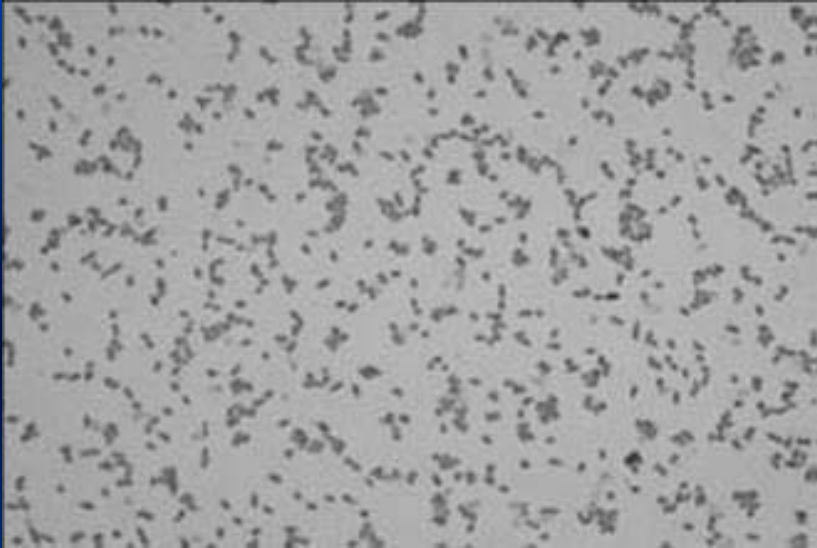


Vitaminas

- **Vitamina A:** Daños histológicos cuando se alimentaron con valores menores a 200 mg/kg: Disminución del tamaño celular, ausencia de microvellosidades en la porción apical de las células, hipertrofia, descamación de células, infiltración hemocítica y numerosos casos de encapsulación o nódulos (Semejante a condiciones de estrés osmótico).
- **Vitamina E:** Oscurecimiento del hepatopáncreas, pérdida de la estructura e inadecuada vacuolización lipídica.

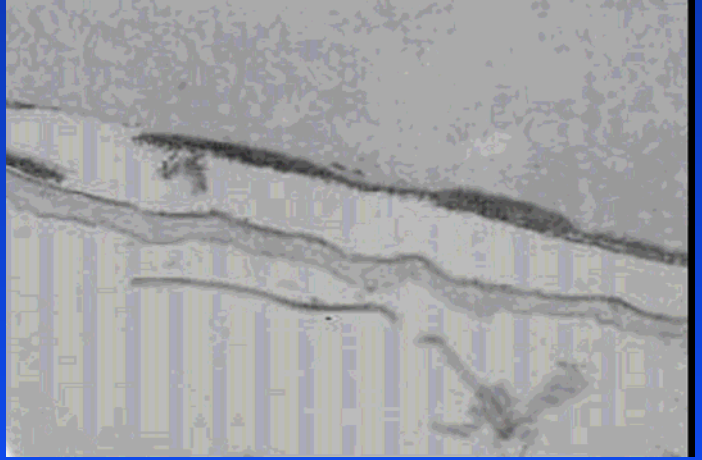
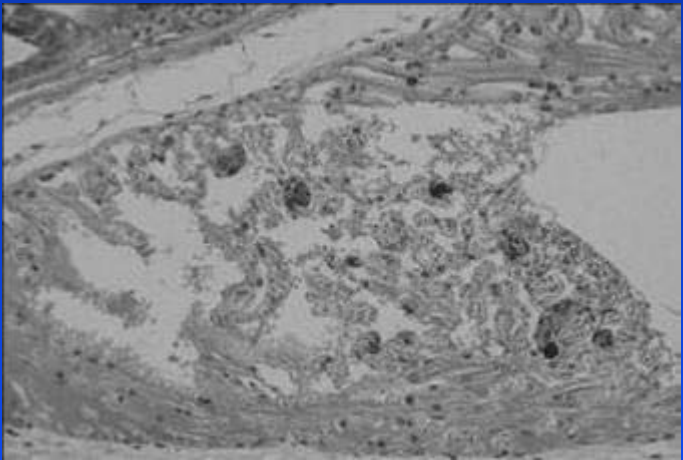
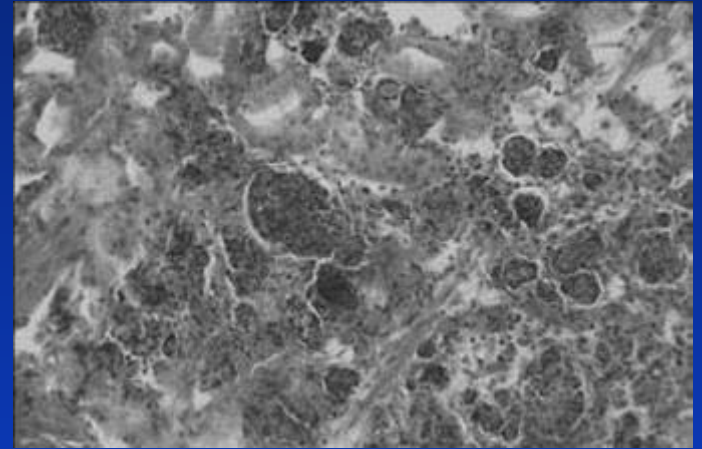
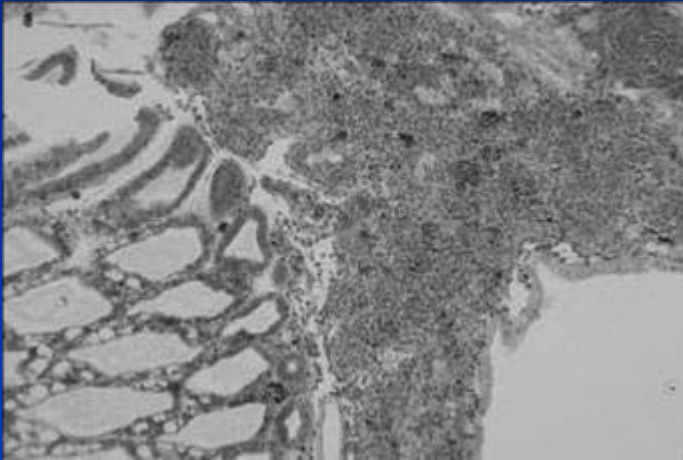


Vibriosis





Vibriosis





Vibriosis



(Unzueta-Bustamante et al, 1999)



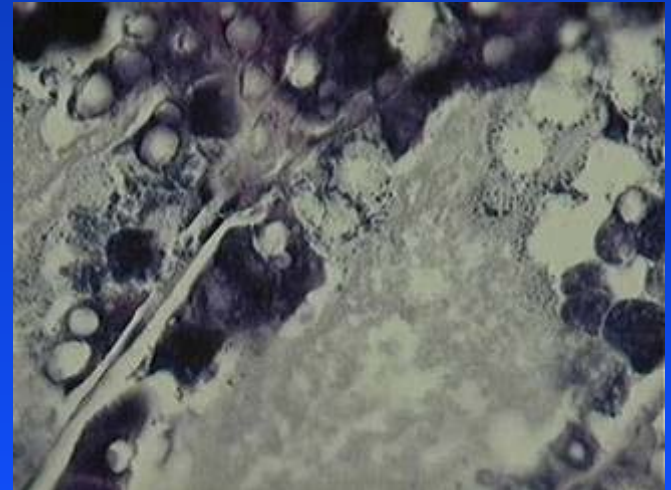
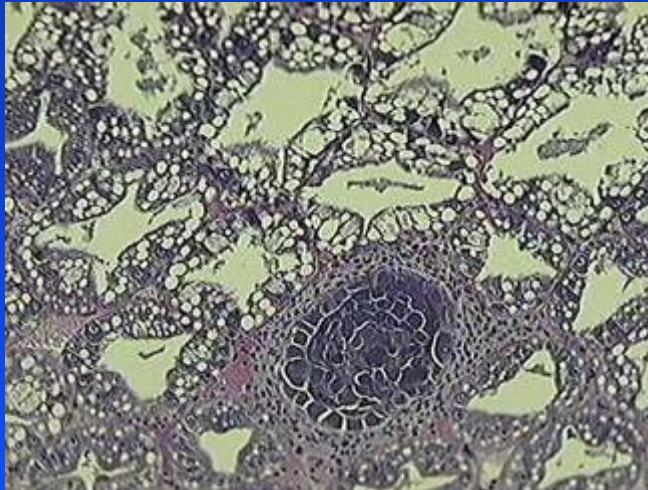
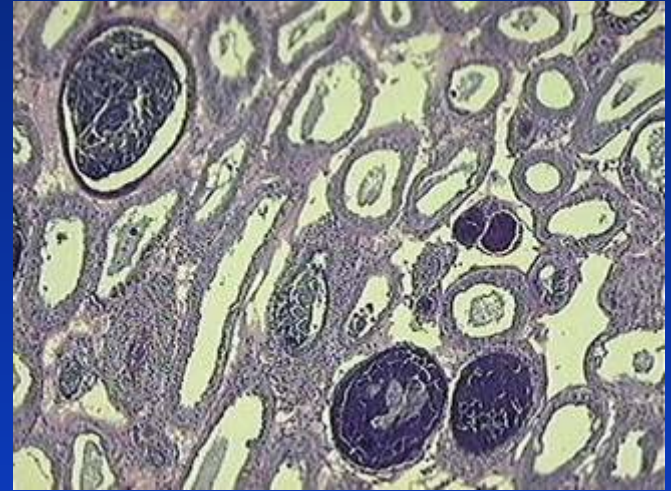
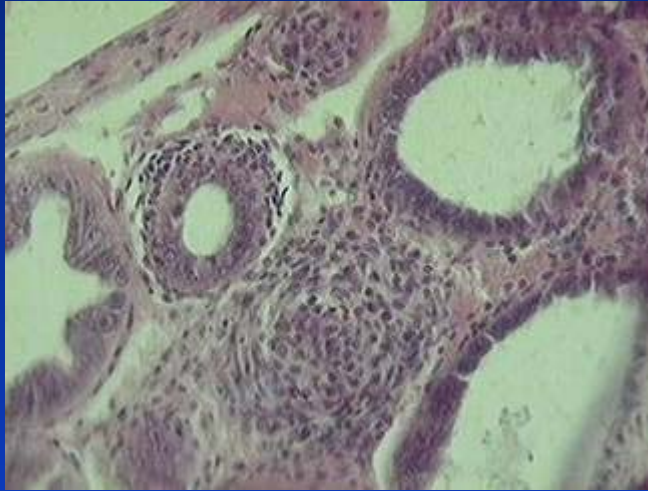
(Unzueta-Bustamante et al, 1999)



Unzueta-Bustamante et al, 1999)

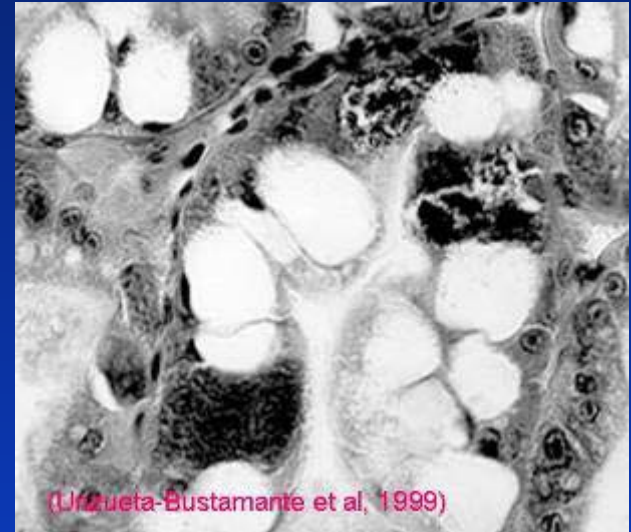
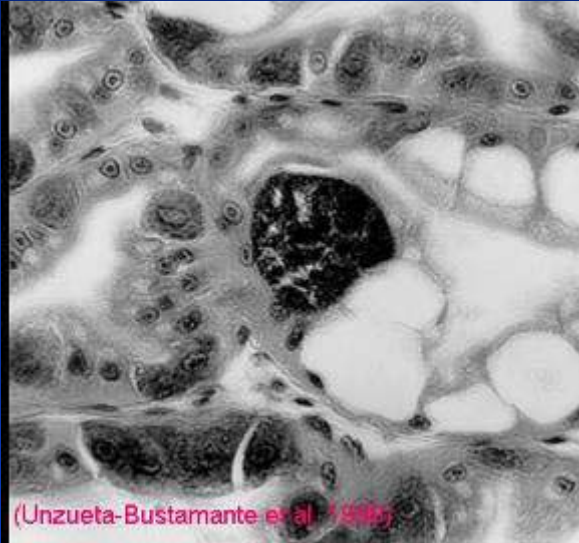


NHP-Séptico





Rickettsias-like





QUE HACER?



DETECCIÓN DE CAUSA DE ENFERMEDAD

Signos Externos e historial de Cultivo.

- ◆ Indicativos de anomalía
- ◆ No específicos
- ◆ No sirve de confirmativo de enfermedad

◆ CONFIRMACIÓN REQUERIDA

- ◆ Histología en húmedo
- ◆ Histología e histoquímica
- ◆ Hibridación
- ◆ Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)



PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA

PROY-NOM-059-PESC-2004

**QUE REGULA EL USO DE ANTIMICROBIANOS EN EL
CULTIVO DE CRUSTÁCEOS EN LA REPÚBLICA
MEXICANA**

**Este proyecto normativo surge por la
necesidad de crear un marco legal que permita
a la SAGARPA a través de la CONAPESCA
vigilar y controlar el uso de antibióticos,
medicamentos veterinarios y demás sustancias
químicas, utilizadas durante la producción
acuícola de camarón**



PROY-NOM-059-PESC-2004

SUSTANCIAS PROHIBIDAS

Sustancias prohibidas, para el control de las enfermedades de origen bacteriano y parasitario, en la producción de nauplios y postlarvas y engorda

- * Cloranfenicol
- * Nitrofuranos
- * Nitroimidazoles
- * Sulfonamidas
- * β -lactámicos

Sustancias prohibidas, para el control de enfermedades bacterianas y parasitarias en la engorda de crustáceos

- * aminoglicósidos
- * aminociclitoles
- * polimixinas
- * lincosamidas
- * macrólidos
- * quinoxalinas
- * Polipéptidos
- * Todo tipo de sales puras
- * Combinación de dos antimicrobianos (excepto en los casos, donde se trate de un solo producto combinado)



PROY-NOM-059-PESC-2004

SUSTANCIAS AUTORIZADAS

La autorización, para la utilización de sustancias químicas para el control de las enfermedades en la producción de camarón, esta sujeta a:

* Determinación de la dosis a utilizar; con base a estudios de farmacocinética en las especies acuícolas que recibirán este tratamiento, determinando la distribución de antibióticos y quimioterapeúticos en los distintos órganos y tejidos, la concentración durante y después de haber terminado el tratamiento, y el establecimiento de los límites máximos de residuos en los organismos tratados y el período de retiro del fármaco



| ANTIBIÓTICO PROHIBIDOS | REFERENCIA | ANTIBIÓTICO AUTORIZADOS | REFERENCIA |
|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|
| Cloranfenicol | 1,2 | Oxitetraciclina | 2,3 |
| Clorpromazina | 1 | Enrofloxacina | 3 |
| Colchicina | 1 | Fluorfenicol | 3 |
| Dapsone | 1 | Sarafloxacina | 3 |
| Dimetridazol | 1 | Fosfomicina | 3 |
| Nitrofuranos | 1,2 | | |
| Metronidazol | 1 | | |
| Furazolidona | 2 | | |
| Sulfonamida | 2 | | |
| Fluoroquinolonas | 2 | | |
| Glicopéptidos (Vancomicina) | 2 | | |



Para el control de enfermedades bacterianas en el cultivo de crustáceos en las unidades de producción acuícola que se dedican a su engorda, se autoriza únicamente el uso de los antimicrobianos en premezcla incorporada a la formulación de

alimento balanceado



El uso de cualquier fármaco, antibiótico, químico, pesticida y demás sustancias químicas, deberá cumplir además con las siguientes disposiciones:

- **Ser retirado al menos 21 días antes de la cosecha**
- **Cumplir con el Programa de Monitoreo de Residuos Tóxicos**



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

DR. MARCO LINNÉ UNZUETA B.
Director General de Investigación en
Acuacultura
Instituto Nacional de Pesca
(INAPESCA)

**munzueta@inp.sagarpa.gob.mx
ml_ub@yahoo.com**