

**CLASIFICACIÓN DE AGENTES  
ANTIMICROBIANOS Y SU  
MECANISMO DE ACCIÓN EN  
RESISTENCIA  
ANTIMICROBIANA (RAM) :**

**UNA VISIÓN EN INOCUIDAD  
ALIMENTARIA.**

**Dr. Mario Collado Gonzalez,  
Pharm. D**

**Conseguir una tasa de natalidad elevada así como una mayor rapidez en la capacidad de engorde y en el crecimiento de la producción animal son actualmente los principales objetivos en las grandes explotaciones.**

**Al mismo tiempo, la mezcla de animales destinados al consumo con diferentes procedencias en lugares reducidos de estas explotaciones, favorece el contacto y la persistencia con agentes parasitarios e infecciosos.**

# USO DE ANTIBIOTICOS

Los antibióticos son sustancias químicas producidas por diferentes especies de microorganismos que suprimen el crecimiento de otros microorganismos y pueden, eventualmente, destruirlos.


Sin embargo, los antibióticos constituyen uno de los agentes farmacológicos peor usados, tanto a nivel médico como veterinario, siendo administrados en muchas ocasiones de forma irracional y en dosis inadecuadas.

El empleo indiscriminado de estos productos puede acompañarse de complicaciones tales como: reacciones alérgicas, superinfecciones, retrasos en la identificación del germen causal y quizás, una de las complicaciones más importantes es la aparición de gérmenes antibiótico-resistentes que a su vez, crea la necesidad cada vez mayor de nuevas drogas

Los antibióticos se incluyen dentro del amplio grupo de compuestos que forman parte de la composición de un pienso animal, pudiendo actuar con dos fines claramente diferenciados:

- ❖ Como terapéuticos y/o profilácticos, ya que los piensos constituyen una de las vías de administración más usadas para suministrar los fármacos en el sector veterinario. Los antibióticos se incorporan a los piensos en forma de premezclas medicamentosas (sólidas o líquidas) a concentraciones relativamente elevadas.
- ❖ Como promotores de crecimiento, favoreciéndose de esta forma el control de la flora bacteriana del animal, lo que se traduce en un mayor aprovechamiento de los nutrientes y un aumento considerable de peso.

# EL USO DE ANTIBIÓTICOS CON FINES TERAPÉUTICOS Y/O PROFILÁCTICOS

- ❖ Con fines profilácticos, solamente en aquellos casos en que esté demostrado su importancia para prevenir una infección
  - ❖ Con fines terapéuticos, como tratamiento de una infección documentada. Esta es la forma ideal de tratamiento antimicrobiano, conociendo el germen causal.
- 
- A decorative graphic consisting of several parallel white lines of varying lengths, slanted diagonally from the bottom right towards the top right of the slide.

ES PREFERIBLE ADEMÁS RECURRIR SIEMPRE A ANTIBIÓTICOS DE ESPECTRO REDUCIDO PARA PODER AUMENTAR LA EFICACIA DEL TRATAMIENTO Y REDUCIR EL EVENTUAL TRASTORNO QUE EL ANTIBIÓTICO EJERCERÁ SOBRE LA FLORA COMENSAL.

**Tabla 1-** Vías de administración (%) preferidas por los profesionales en función de las especies animales.

	Sector Porcino	Sector Ovino	Sector Vacuno de leche	Sector Vacuno de carne
Vía Oral	59	24	11	21
Vía Intramuscular	35	29	49	44
Vía Subcutánea	3	46	19	22
Vía Tópica	2	—	2	7
Vía Intravenosa	—	—	19	—

# LÍMITE MÁXIMO RESIDUAL DE UN ANTIBIÓTICO (LMR)

**Tras la administración de un antibiótico a un animal tiene lugar una metabolización que favorece su eliminación**

**Los antibióticos de los piensos medicamentosos pueden originar la presencia de residuos en los alimentos de origen animal destinados al consumo humano.**

**Su localización es variable. El tejido muscular y la grasa son los lugares preferentes**

**Resulta necesario establecer límites máximos residuales (LMR) para aquellas sustancias farmacológicas que se utilizan en los medicamentos veterinarios.**

**El LMR se define como aquella concentración aceptable de una sustancia en los tejidos comestibles de un animal (músculos, hígado, riñones, grasa, leche, miel y huevos) y que al ser ingerida por el ser humano no constituye ningún riesgo para su salud.**

**Para garantizar que la concentración residual de los antibióticos no sea superior a su correspondiente LMR, es necesario establecer un tiempo de espera.**



# EL USO DE ANTIBIÓTICOS COMO PROMOTORES DEL CRECIMIENTO ANIMAL

Los promotores de crecimiento son sustancias naturales o sintéticas que se administran a los animales sanos para acelerar la ganancia de peso y mejorar los índices de transformación de los alimentos, pueden ser:

- a) Antibióticos y quimioterapéuticos de actuación sobre la microflora bacteriana del tubo digestivo.
  
- b) Anabolizantes, generalmente sustancias de tipo hormonal, los cuales actúan como promotores de crecimiento mediante una acción sobre el metabolismo.

La lista de antibióticos aptos como promotores de crecimiento en alimentación animal se ha visto reducida durante los últimos años. Antes de 1997 se podían emplear nueve antibióticos: avoparcina, tilosina, espiramicina, bacitracina, virginamicina, monensina, salinomycin, flavofosfolipol y avilamicina.

En 1999, se prohibieron: la espiramicina y la bacitracina por tener uso terapéutico humano y la tilosina por tenerlo también veterinario; en cuanto a la virginamicina, por problemas de resistencias cruzadas con otros antibióticos.

Sustancia farmacológicamente activa	Especie animal	Límite máximo residual ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ ) / Tejidos diana
<b>QUIMIOTERAPÉUTICOS</b>		
<b>Sulfonamidas</b>		
Todas las sustancias de este grupo	Todas las especies productoras de alimentos Bovinos, ovinos, caprinos	100 /músculo, grasa, hígado, riñón 100 /leche
<b>Derivados de la diaminopirimidina</b>		
Baquiloprim	Bovinos	10 /grasa; 30 /leche; 150 /riñón; 300 /hígado
	Porcinos	40 /piel más grasa; 50 /hígado, riñón
Trimetoprim	Bovinos	50 /músculo, grasa, hígado, riñón, leche
	Porcinos	50 /músculo, piel más grasa, hígado, riñón
	Équidos	100 /músculo, grasa, hígado, riñón
	Aves (no productoras de huevos para el consumo humano)	50 /músculo, piel más grasa, hígado, riñón
	Pescado	50 /músculo y piel en proporciones normales
<b>ANTIBIÓTICOS</b>		
<b>Penicilinas</b>		
Amoxicilin, ampicilina, bencilpenicilina	Todas las especies productoras de alimentos	4 /leche; 50 /músculo, grasa, hígado, riñón
Cloxacilina, docloxacilina, oxacilina	Todas las especies productoras de alimentos	30 /leche; 300 /músculo, grasa, hígado, riñón
Penetamato	Bovinos	4 /leche; 50 /músculo, grasa, hígado, riñón
	Porcinos	50 /músculo, grasa, hígado, riñón
<b>Cefalosporinas</b>		
Cefalexina	Bovinos	100/leche; 200/músculo, grasa, hígado; 1000/riñón
Cefazolina	Bovinos, ovinos, caprinos	50 /leche
Cefquinoma	Bovinos	20 /leche; 50 /músculo, grasa; 100 /hígado; 200 /riñón
	Porcinos	50 /músculo, piel y grasa; 100 hígado; 200/ riñón
Ceftiofur	Bovinos	100 leche; 1000 /músculo; 2000 grasa, hígado; 6000 riñón
	Porcinos	1000 /músculo; 2000 /grasa, hígado; 6000 /riñón

## Quinolonas

Danafloxacina	Bovinos (no productores de leche para el consumo humano) Porcinos	30/leche; 100 grasa; 200 /músculo; 400 /hígado, riñón
	Pollo	50 /piel y grasa; 100 /músculo; 200/hígado y riñón
Difloxacina	Pollo, pavo	100 /piel más grasa; 400 /hígado, riñón
Enrofloxacin	Bovinos	300 /músculo; 400 /piel más grasa; 600/ riñón; 1900 /hígado
	Conejos	100 /músculo, grasa; 200 /hígado; 300 /riñón
	Porcinos	100 /músculo, piel más grasa; 200 /hígado; 300 /riñón
	Aves (no productoras de huevos para consumo humano)	100 /músculo, piel más grasa; 200 /hígado; 300 riñón
	Ovinos	100 /músculo, grasa; 200 /riñón; 300 /hígado;
Flumequina	Bovinos, ovinos (no productores de leche de consumo)	200/músculo; 300/grasa; 500/hígado; 1500/riñón
	Porcinos	200/músculo; 300/piel y grasa; 500/hígado; 1500/riñón
	Pollo	250/piel y grasa; 400/músculo; 800/hígado; 1000/riñón
	Salmónidos	600/músculo y piel en proporciones normales
Sarafloxacin	Pollo	10 /piel más grasa, hígado
	Salmónidos	30 /músculo y piel en proporciones normales
Tiamulina	Porcinos	100/músculo; 500/hígado

Sustancia farmacológicamente activa	Especie animal	Límite máximo residual (µg/Kg ) / Tejidos diana
<b>Macrólidos</b>		
Espiramicina	Bovinos	200 músculo, leche; 300 /grasa, hígado, riñón
	Porcinos	250 /músculo; 1000 /riñón; 2000 /hígado
	Pollo	200 /músculo; 300 /piel más grasa; 400 /hígado
Tilmicosina	Bovinos, ovinos, porcinos	50 /músculo, grasa; 1000 /hígado, riñón
	Ovinos	50 /leche
	Pollo	75 /músculo, piel más grasa; 250 /riñón; 1000 /hígado
Tilosina	Bovinos	100 /músculo, grasa, hígado, riñón; 50 /leche
	Porcinos	100 /músculo, piel más grasa, hígado, riñón
	Aves (no productoras de huevos para consumo humano)	100 /piel más grasa, hígado, riñón
<b>Fluorfenicol y compuestos asociados</b>		
Florfenicol	Bovinos	200 /músculo; 300 /riñón; 3000 /hígado;
	Porcinos	300 /músculo; 500 /piel y grasa, riñón; 2000 /hígado
	Pollo	100 /músculo; 200 /piel y grasa; 750 /riñón; 2500 /hígado
Tianfenicol	Bovinos	50 /músculo, grasa, hígado, riñón, leche
	Pollo	50 /piel más grasa, hígado riñón
<b>Tetraciclina</b>		
Clortetraciclina	Todas las especies productoras de alimentos	100 /músculo y leche; 200/huevos; 300 /hígado; 600 /riñón
Doxiclina	Bovinos	100 /músculo; 300 hígado; 600 /riñón
	Porcinos	100 /músculo; 300 /piel más grasa, hígado; 600 /riñón
	Aves (no productoras de huevos para consumo humano)	100 /músculo; 300 /piel más grasa, hígado; 600 /riñón
Oxitetraciclina	Todas las especies productoras de alimentos	100 /músculo, leche; 300 /hígado; 600 /riñón; 200 huevos
Tetraciclina	Todas las especies productoras de alimentos	100 músculo, leche; 300 /hígado; 600 /riñón; 200 /huevos

**Éstos presentan una mayor seguridad pero en ningún caso pueden llegar a tener los efectos que se derivan del empleo de antibióticos en alimentación animal.**

**Se destacan las enzimas, los acidificantes orgánicos, los micro minerales, las vitaminas, los probióticos (mejoran los procesos digestivos, bien a nivel de rumen o del sistema digestivo general mediante microorganismos), los oligosacáridos, los aceites esenciales y los extractos vegetales .**

**A los antibióticos utilizados como promotores de crecimiento en animales productores de alimentos se les achaca la mayor parte de resistencias de aquellos gérmenes patógenos que afectan al hombre.**

**Una posible explicación es que la presencia de microorganismos resistentes en los tejidos animales pueden transferir su información genética a los gérmenes presentes en el intestino humano a través de la cadena alimentaria.**

**Estudios clínicos experimentales han puesto de manifiesto la resistencia de estafilococos y pneumococos a la penicilina, la de enterococos a la vancomicina o bien la de staphylococcus aureus a la meticilina.**

# ANTIBIÓTICOS EN LA CARNE:

Existe peligro de que al sacrificar un animal, conserve restos de antibióticos en su carne, en sus líquidos corporales o en sus vísceras, fruto de tratamientos veterinarios o ganaderos

Aunque las cantidades puedan ser residuales e inocuas para las personas normales, en el caso de individuos alérgicos a ciertos antibióticos del grupo de las penicilinas, las sulfamidas y las quinolonas se podrían dar reacciones autoinmunes

La Unión Europea, entiende que no debe haber presencia de residuos de antibacterianos, en las carnes crudas o curadas, ni en vísceras comercializadas crudas.



# LECHE Y ANTIBIÓTICOS

La presencia de antibióticos en la leche cruda indica que la vaca ha seguido a menudo un tratamiento contra una mastitis, la penicilina es la más frecuente utilizada para esto. La leche y sus derivados son, además, un importante transmisor de cepas de bacterias multi-resistentes.

El hombre consume antibióticos en exceso, pero también las vacas, los pollos, los cerdos, los conejos lo consumen... los residuos se tiran al agua y a los terrenos agrícolas, los excrementos de los animales tratados van a la tierra y son filtrados hasta las aguas subterráneas.

Carnes rojas, pescados de acuicultura, aves, huevos, leche, mantequilla, queso, crema, yogur, presentan trazas de estos y sin saberlo parece que tomamos a diario una dosis de antibióticos.

# LA RESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS:

Esta se produce cuando las bacterias desarrollan mecanismos para soportar los medicamentos que se utilizan. En las últimas décadas ha habido un importante aumento del uso de antibióticos a través de la medicina humana, veterinaria y la agricultura.

La ausencia de controles adecuados en la medicina veterinaria, directrices de tratamientos y la consecuencias para pacientes ha dado lugar a un enorme aumento mundial de la resistencia a los antibióticos

# LA INOCUIDAD ALIMENTARIA

**La inocuidad alimentaria se refiere a las condiciones y prácticas que preservan la calidad de los alimentos para prevenir la contaminación y las enfermedades transmitidas por el consumo de alimentos.**



**Para cumplir con un control de la inocuidad de los alimentos en cadenas productivas se ha denominado de manera genérica la expresión: de la granja y el mar a la mesa.**

# MICOTOXINAS

**Son sustancias tóxicas producidas por hongos que afectan a animales vertebrados en bajas concentraciones, sin incluir a las que afectan exclusivamente a las bacterias (por ejemplo, la penicilina) o a las plantas.**



*Aspergillus* es uno de los principales grupos de hongos responsables de la producción de micotoxinas nocivas para plantas y animales

# EFFECTOS EN VERTEBRADOS

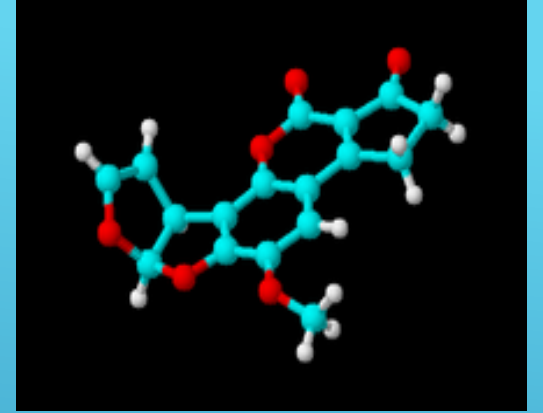
Sus efectos en animales y personas son diversos e incluyen enfermedades y problemas de salud, depresión del sistema inmunológico, irritación y alergias. El término general para la intoxicación por micotoxinas es micotoxicosis. En algunos casos, la micotoxicosis puede ocasionar la muerte

Las toxinas más comunes en los productos agrícolas son producidas por especies de los géneros Aspergillus, Penicillium, y Fusarium

# CLASIFICACIÓN DE MICOTOXINAS

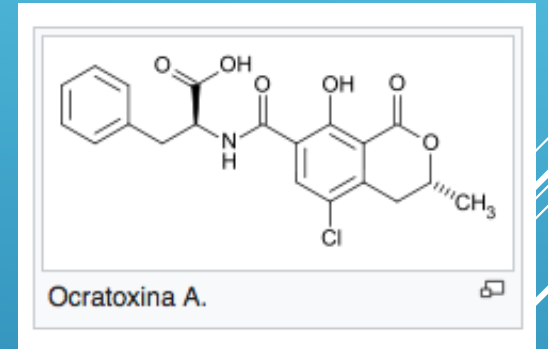
## ❖ Aflatoxinas:

Se encuentran con más frecuencia en artículos de áreas tropicales y subtropicales, como el algodón, cacahuetes, especias, pistachos y maíz



## ❖ Ocratoxinas

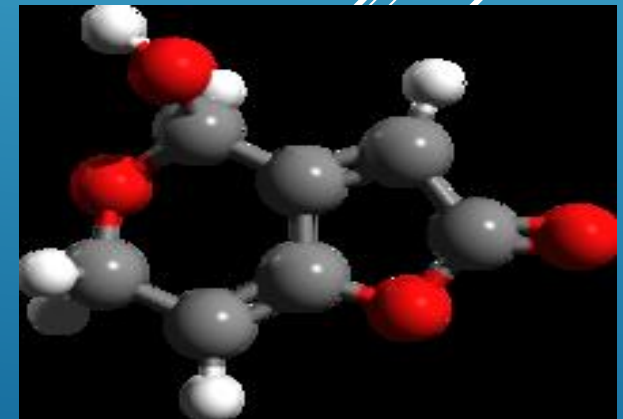
se ha identificado como un agente cancerígeno y se asocia a tumores del tracto urinario.



## ❖ Patulina

Se puede encontrar en frutas y verduras mohosas y podridas, en particular manzanas e higos.

Es posible que la patulina sea carcinogénica, además de causar trastornos gastrointestinales y del sistema nervioso.



# ALCALOIDES ERGÓTICOS

Los alcaloides ergóticos son una mezcla tóxica de compuestos producidos por especies del género Claviceps,

La ingestión de su presencia en la harina causa ergotismo, enfermedad tradicionalmente conocida como «fuego de San Antonio»



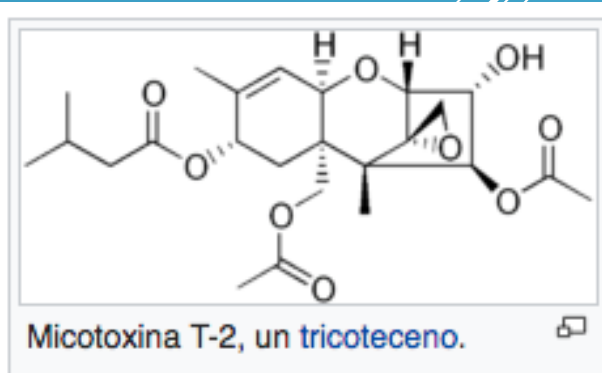
# TOXINAS DE FUSARIUM

Estas contaminan el grano de cereales como el trigo y el maíz. Entre estas los tricotecenos, tienen diversos efectos tóxicos, a veces fatales, en animales y personas.

## Desactivación de micotoxinas

En las industrias de piensos y de la alimentación se ha convertido en práctica añadir arcillas activadas, como las bentonitas y zeolitas, por sus propiedades como agentes adsorbentes y secuestrantes de micotoxinas.

Puesto que no todas se adhieren a estos agentes, el método más prometedor para su control es la desactivación química antes de la cosecha por medio de enzimas como la esterasa, y epoxidasa y organismos, como ciertas levaduras o bacterias





# ALIMENTO ORGÁNICO

Se denomina **alimento orgánico'**, *alimento ecológico, o alimento biológico* al producto agrícola o agroindustrial que se produce bajo un conjunto de procedimientos denominados “ecológicos”. Sus métodos evitan el uso de productos sintéticos, como pesticidas, herbicidas y fertilizantes artificiales.

## Etiquetado ecológico

Los productores de alimentos ecológicos están obligados a usar únicamente ciertos agroquímicos autorizados<sup>3</sup> y no se pueden utilizar para su producción semillas o plantas transgénicas.



# BACILLUS THURINGIENSIS

*Bacillus thuringiensis* (o Bt) es una bacteria Gram positiva que habita en el suelo, y que se utiliza comúnmente como una alternativa biológica al plaguicida. También se le puede extraer la toxina Cry y utilizarla como plaguicida.

También aparece de manera natural en el intestino de las orugas de diferentes tipos de polillas y de mariposas, así como en las superficies poco iluminadas de las plantas.

Por esta razón se ha empleado el Bt como insecticida y más recientemente, para producir organismos genéticamente modificados

En 1995 la EPA de los EUA aprobó la plantación de patatas productoras de toxina Bt siendo el primer cultivo productor de un plaguicida en ser aprobado en los EUA. Para el 1996, los agricultores estadounidenses cultivaban maíz Bt, patata Bt y algodón B

