



# Antibióticos derivados de actividades agropecuarias: presencia ambiental y desarrollo de resistencia bacteriana a antibióticos

Las actividades de producción animal utilizan una amplia gama de productos farmacéuticos para propiciar la sanidad y aumentar la productividad, de ello emerge un potencial impacto Ambiental. Reflexionamos acerca de la aceleración en el desarrollo de resistencia bacteriana a antibióticos y cómo minimizar su impacto.

Keren Hernández Guijarro<sup>1</sup>; Elena Okada<sup>1</sup>  
Débora Jesabel Perez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INTA, EEA Balcarce. Recursos Naturales y Gestión Ambiental

<sup>2</sup> Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible (IPADS CONICET- INTA Balcarce)



## ¿Cómo llegan los antibióticos derivados de actividades agropecuarias al suelo?

Diversas actividades agropecuarias, principalmente la ganadería y la avicultura, utilizan una amplia gama de productos farmacéuticos (antihelmínticos, hormonas, antibióticos, entre otros), con fines terapéuticos y no terapéuticos, para propiciar la sanidad animal y aumentar la productividad. Algunos de estos fármacos se admi-

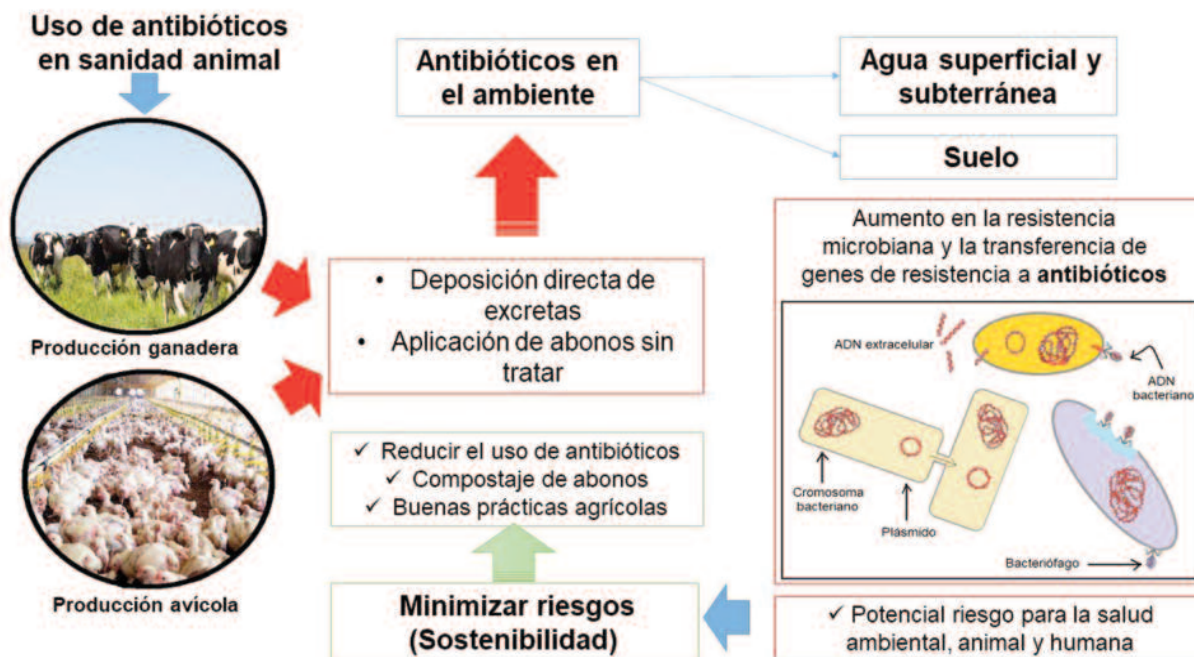
nistran a todo el rodeo o corral para la prevención de enfermedades infecto-contagiosas, proceso denominado metafilaxia. Otros fármacos son administrados a través del alimento, como el antibiótico ionóforo monensina, el cual actúa como promotor de crecimiento, incrementando la conversión del alimento en ganancia de peso animal.

Tanto la cría intensiva de ganado vacuno en lotes a corral ("feedlots"), como los corrales de engorde de gallinas ponedoras y pollos parrilleros, producen grandes cantidades de residuos en forma de estiércol, orina, guano,

cama de pollo, así como efluentes líquidos. Fundamentalmente en la orina y las heces son eliminados parte de los antibióticos veterinarios suministrados en el proceso productivo, que no son metabolizados por el animal, llegando de esta forma al ambiente (Figura 1).

Los desechos derivados de la producción animal pueden ser eliminados en forma directa, con o sin tratamiento previo, hacia un cuerpo de agua, en forma de vertederos y efluentes líquidos, o pueden ser reutilizados como enmiendas orgánicas en cultivos. Por ejemplo, es común en la horticultura la

Figura 1 | Esquema sobre los potenciales riesgos de la presencia de antibióticos veterinarios en el suelo.



aplicación de cama de pollo, o en la agricultura extensiva, la utilización de estiércol líquido derivado de feedlot. La utilización de estiércol animal como abono soluciona en parte la disposición final de estos residuos, sin embargo, es necesaria una correcta gestión que minimice la liberación de antibióticos al suelo.

### Resistencia bacteriana a antibióticos en el suelo

La resistencia a antibióticos se produce cuando el material genético de una bacteria muta u ocurre la transferencia horizontal de genes, otorgándole la capacidad de sobrevivir en concentraciones de antibióticos que inhiben o matan a otros organismos del medio. En el suelo, durante años, las cepas productoras de antibióticos ejercieron, de manera natural, una selección beneficiosa en la competencia por los recursos. Es conocido que muchos de los antibióticos que actualmente usamos, como por ejemplo: penicilina, cefalosporina y estreptomina, han sido obtenidos de microorganismos nativos del suelo.

Sin embargo, en las últimas décadas ha ocurrido un desbalance en el equilibrio natural entre microorganismos y antimicrobianos. Las cantidades crecientes de antibióticos que llegan al ambiente, muchos de ellos como con-

secuencia de la producción animal, han ejercido una mayor presión selectiva sobre las poblaciones expuestas lo que ha provocado una aceleración de la tasa de transferencia de los genes de resistencia en el suelo.

Los genes de resistencia bacteriana a antibióticos se encuentran en "elementos genéticos móviles", como transposones, integrones y plásmidos, y pueden ser transferidos entre bacterias de la misma o de distinta especie. Debido a que los microorganismos pueden pasar fácilmente del animal al suelo y al agua, y viceversa, la transferencia de la resistencia puede ocurrir rápidamente también entre bacterias presentes en ecosistemas diferentes.

La transferencia de la resistencia a antibióticos se produce mediante la transmisión del ADN de una célula donante a una receptora a través del contacto célula-célula (conjugación) o por bacteriófagos o agentes de transferencia que contienen el material genético de una célula resistente previamente infectada (transducción). También, el ADN extracelular puede ser tomado, integrado y expresado funcionalmente por las bacterias receptoras (transformación) (Figura 1). Una vez en la célula, estos genes se expresan tanto en proteínas o enzimas que inactivan al antibiótico o su sitio de acción o lo expulsan fuera de la célula,

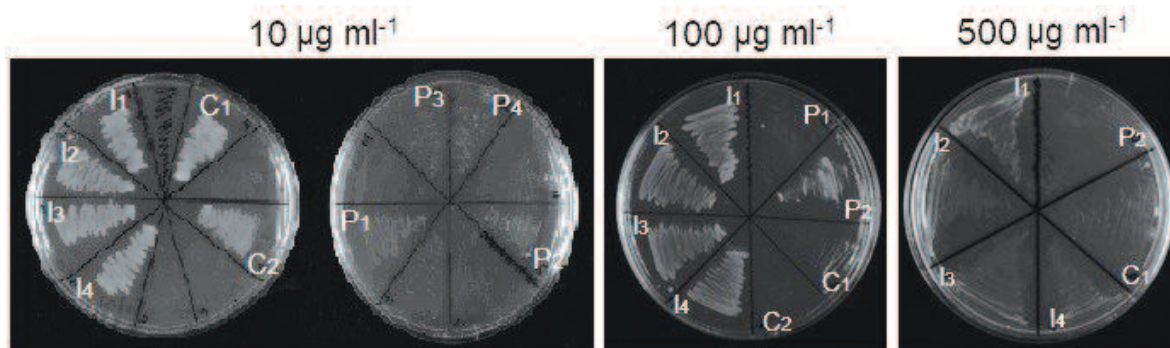
antes que pueda dañarla.

Cuando se produce un aumento en la abundancia y transferencia de estos genes en suelo, la resistencia se extiende de las bacterias del medioambiente a las patógenas, pudiendo ocurrir que una bacteria muestre resistencia a varios antibióticos, lo que se conoce como "super-bacterias" o "bacterias multidrogas resistentes". Como el suelo es un ecosistema complejo, la acción de los antibióticos también impacta en la compleja red de interconexiones microbianas que garantizan procesos vitales para la salud edáfica, provocando un cambio significativo en la dinámica y composición de las poblaciones microbianas. La presencia de antibióticos puede afectar varios de los servicios ecosistémicos brindados por los microorganismos del suelo, como el ciclado de nutrientes, la actividad promotora del crecimiento vegetal y los procesos de degradación biológica de contaminantes, lo que a mediano y largo plazo pone en riesgo la salud ambiental, animal y humana.

### ¿Cómo minimizar el riesgo de resistencia bacteriana a antibióticos?

Una vez que la resistencia a antibióticos se establece en una población microbiana edáfica es difícil de erradi-

**Figura 2** | Cultivos microbianos provenientes de diferentes muestras de suelo del cinturón hortícola de Mar del Plata, sometidos a concentraciones crecientes de Oxytetraciclina. Las letras representan las diferentes situaciones de manejo del suelo: (I) agrícola aplicado con cama de pollo; (C) agrícola sin aplicación de cama de pollo por al menos 10 años; (P) no agrícola. Los números subíndices representan la denominación de las cepas bacterianas aisladas.



car. Aún en ausencia de la droga selectiva, los elementos de resistencia pueden persistir por muchos años. Sin embargo, existen reportes que plantean que la abundancia de estos genes puede disminuir con el tiempo cuando se adoptan buenas prácticas que permiten que el suelo se recupere.

En las actividades pecuarias, algunas de estas medidas consisten en incentivar la reducción del empleo de antibióticos, para minimizar su impacto ambiental. Por otro lado, el compostaje de los estiércoles y residuos de la producción animal, previo a su utilización como enmienda, reduce entre un 50 a 70% la concentración inicial de muchos antibióticos veterinarios presentes en éstos. A su vez, la adopción de buenas prácticas agrícolas, como la rotación de cultivos, la implantación de cultivos de cobertura y la conservación del rastrojo para evitar erosión, contribuyen a mitigar la contaminación por antibióticos y disminuir el potencial desarrollo de resistencia bacteriana.

### Situación actual en Argentina sobre la presencia de antibióticos en el ambiente

Estudios recientes en Argentina han reportado la presencia de antibióticos de uso veterinario en cuerpos de agua superficial. En la cuenca del Plata se encontraron principalmente los antibióticos monensina, lasalocid y salicomicina y en el Partido de Balcarce se detectó monensina en el agua del arroyo El Pantanoso en un área rodeada de ganadería. También

se han detectado antimicrobianos de la familia de las quinolonas en aguas subterráneas en las provincias de Santa Fe, Córdoba y Santiago del Estero.

Actualmente, desde el INTA Balcarce se está estudiando la presencia de antibióticos en el ambiente asociado al uso de cama de pollo como abono en suelos hortícolas. A su vez, se han realizado estudios preliminares respecto a la presencia de bacterias resistentes a antibióticos en suelos abonados con cama de pollo (Figura 2).

### CONSIDERACIONES FINALES

La Organización Mundial de la Salud considera la aceleración en el desarrollo de resistencia bacteriana a antibióticos como una de las mayores amenazas para la salud ambiental, humana y la seguridad alimentaria, por lo que implementar buenas prácticas agropecuarias tendientes a disminuir la incorporación de antibióticos y otras clases de fármacos al ambiente es de gran relevancia para la sustentabilidad del sistema productivo argentino.

