

Uso de Antimicrobianos y Resistencia en Cultivos de Tomates

Una Perspectiva de una Sola Salud (“One Health”)



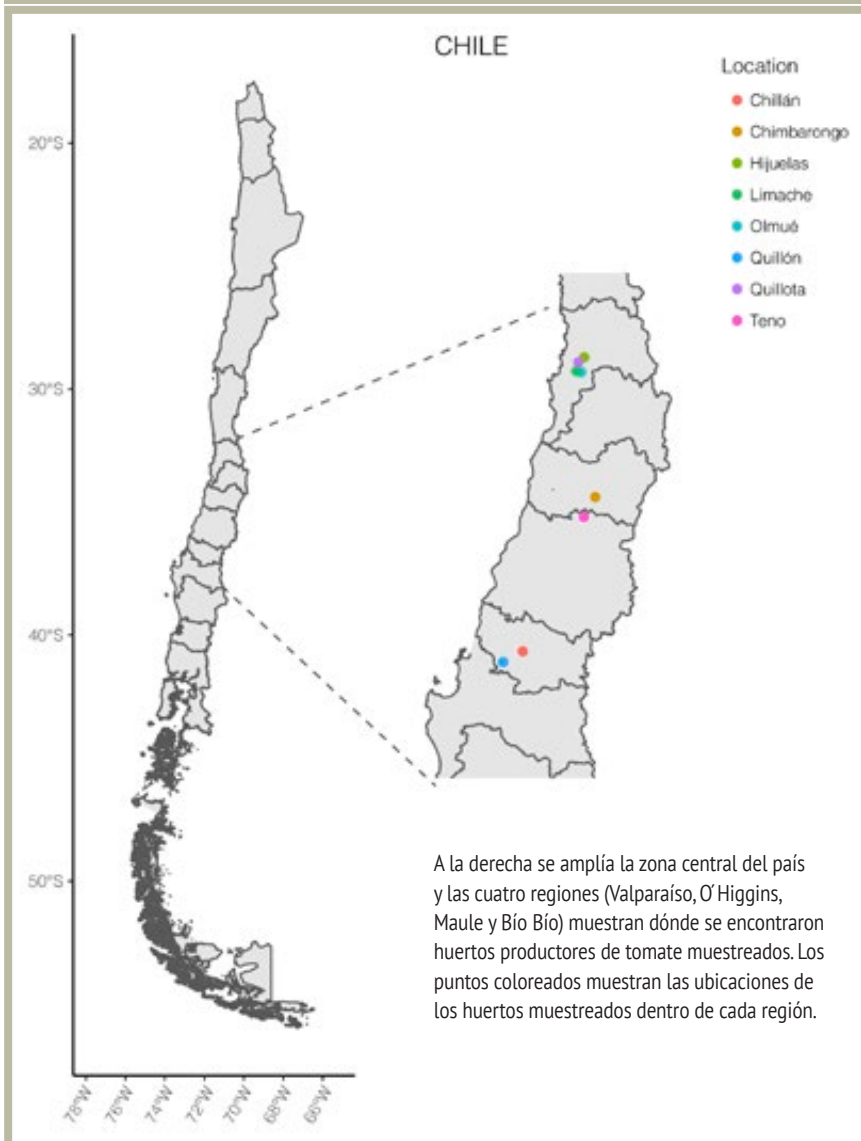
En los últimos años, la preferencia y promoción de la alimentación sana ha llevado a un aumento sostenido de la producción mundial de hortalizas, así como de la superficie plantada y consumo de las mismas. En este contexto, el tomate (*Solanum lycopersicum*), con una superficie global de 5 millones de hectáreas cosechadas, de acuerdo con las cifras del año 2019, es una de las

hortalizas más importantes cultivadas, superada sólo por la superficie de cebolla. Chile está en el segundo lugar como productor en el hemisferio sur y en el 21° de los principales productores de tomates del mundo (ODEPA, 2022).

En Chile, al igual que en el resto del mundo, el tomate está entre las principales especies hortícolas cultivadas, y de acuerdo con las índices del Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (INE) en el año 2020 representó el 14% de



Figura 1. Distribución Geográfica de los Lugares de Muestreo de Aislamientos de *Pseudomonas* en Chile



la superficie hortícola nacional, lo que la ubica como la especie hortícola más cultivada en el país, con poco más de 13 mil hectáreas cultivadas para el mismo año.

Resistencia a antimicrobianos en microbiota asociada a plantas: una amenaza para todos

En las últimas décadas y desde el desarrollo de la producción agrícola intensiva, la industria agroalimentaria se ha beneficiado de la disponibilidad de compuestos antimicrobianos para la producción animal de alimentos y la protección de cultivos. Sin embargo, el uso excesivo y no regulado de antibióticos en la agricultura, como bactericidas y fungicidas, ha contribuido a la selección y propagación de cepas resistentes entre los patógenos vegetales y bacterias ambientales.

Actualmente, la resistencia bacteriana a antimicrobianos como compuestos cúpricos y antibióticos como la estreptomycin es un fenómeno cada vez más común en ambientes agrícolas, que se ha descrito tanto en árboles frutales como en cultivos anuales. Esta situación se ve exacerbada por la evidencia que sugiere la transferencia de genes de resistencia entre bacterias, lo que puede resultar en bacterias con fenotipos multiresistentes. En este contexto, esta resistencia se puede propagar mediante mecanismos de transferencia genética horizontal, facilitados por los elementos genéticos móviles que

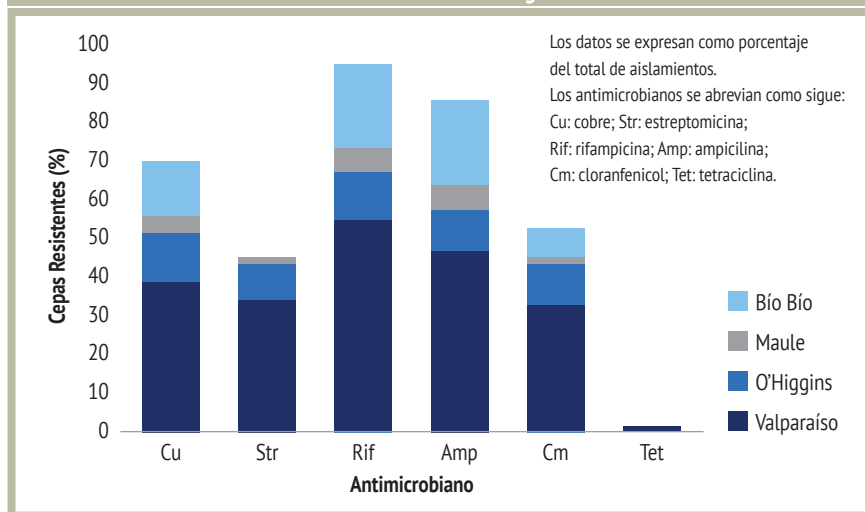
circulan entre diversas especies bacterianas del microbioma vegetal. Un ejemplo de esto es la presencia de bacterias resistentes a los antimicrobianos en frutas y verduras frescas (incluido el tomate) para consumo humano, lo que constituye una realidad a nivel mundial [Sun, 2021].

En este contexto, los entornos agrícolas se consideran un reservorio importante de genes de resistencia a antimicrobianos, que pueden ser transferidos a distintas bacterias, incluidas patógenas de animales y humanos. De ahí que sea preocupante la acumulación de genes de resistencia a antimicrobianos en ambientes agrícolas (suelo, agua, restos vegetales, asociados a tejidos vegetales y cultivos, entre otros), y su potencial propagación a otros ambientes (Córdova, 2022).

Situación nacional: ¿del ambiente al humano?

Estudios anteriores han demostrado que la resistencia a antimicrobianos está presente en ambientes agrícolas de Chile. Sin embargo, existe un número limitado de estudios sobre este tema. Un reciente trabajo realizado por nuestro grupo de investigación (Córdova y cols., 2022) tuvo como objetivo evaluar la resistencia fenotípica a cobre y antibióticos utilizados tanto en agricultura como en otros campos (medicina humana y veterinaria), en cepas bacterianas asociadas al cultivo de tomate, específicamente del género *Pseudomonas*.

Figura 2A. Presencia y Distribución de Aislamientos de *Pseudomonas* spp Resistentes a Antimicrobianos en Diferentes Regiones de Chile



En dicho estudio se aislaron *Pseudomonas* asociadas a cultivos de tomate desde huertos ubicados en las principales regiones productoras (Figura 1). El análisis genético de 64 aislados bacterianos seleccionados confirmó la presencia de las especies *P. syringae*, *P. viridiflava*, *P. fluorescens*, *P. koorenensis*, *P. gessardii* y *P. azotoformans*. Se evaluó la resistencia fenotípica a siete antimicrobianos incluyendo los de uso agrícola como cobre y estreptomina; y antibióticos de uso en medicina humana y veterinaria: ampicilina, tetraciclina, cloranfenicol, rifampicina y gentamicina. Del total de aislados de *Pseudomonas*, el 96,9% resultaron resistentes a una combinación de al menos 2 de los antimicrobianos probados y se observó que la resistencia a antimicrobianos estuvo presente en todas las regiones geográficas estudiadas (Figuras 2A y 2B).

La resistencia a los antibióticos en la microbiota asociada a plantas es una preocupación importante en el marco de “One Health”, que hace hincapié en la interconexión de la salud humana, animal y ambiental. Los resultados indican que esta microbiota, incluidas las bacterias endófitas y rizosféricas, albergan genes de resistencia que podrían transferirse a patógenos humanos o animal, lo que agrava la crisis mundial con respecto a los antimicrobianos (Baquero, 2019).

En este sentido, el hallazgo de aislados de *Pseudomonas* spp resistentes a antimicrobianos en huertos de tomates nacionales es un llamado a prestar atención al impacto de este tipo de bacterias en ambientes agrícolas, en las superficies de vegetales y frutas, y su rol como reservorio de genes de resistencia. En este sentido, se hace evidente la

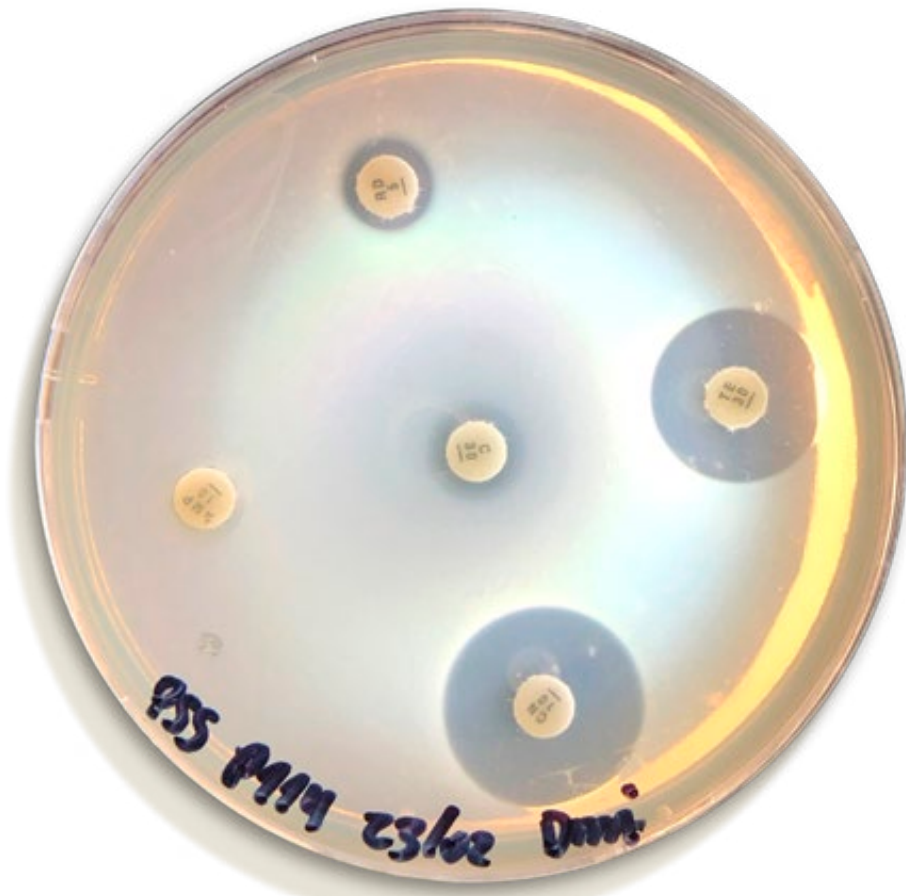



Figura 2B. Análisis de resistencia a cinco antibióticos en una cepa de *Pseudomona* sp a través de sensibilizadores.
 Los halos de inhibición de crecimiento indican sensibilidad al antibiótico (CN: gentamicina y Te: tetraciclina).
 Resistencia en C: cloranfenicol; Rif: rifampicina; Amp: ampicilina



necesidad de una mejor vigilancia del uso y desecho de bactericidas en ambientes agrícolas y otros ambientes intervenidos por el ser humano, así como la necesidad de estrategias alternativas de control que permitan disminuir el uso de agroquímicos como cobre y antibióticos.

Esta perspectiva holística es crucial para abordar los desafíos multifacéticos que plantea la resistencia a los antibióticos en la microbiota asociada a las plantas y garantizar la seguridad sanitaria mundial. Por lo tanto, la presencia de bacterias ambientales resistentes a antimicrobianos debe considerarse un riesgo tan grave como la resistencia a los antibióticos en patógenos humanos. 

REFERENCIAS:

ODEPA, Marcelo Muñoz (2021). Tomate: Una Especie de Exportación. Artículo producido y editado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa). Ministerio de Agricultura.

Córdova, P.; Rivera-González, J.P.; Rojas-Martínez, V.; Villarreal, P.; Zamorano, A.; Fiore, N.; San Martín, D.; Vera, F.; Gálvez, E.; Romero, J.; et al. *Antimicrobial Multiresistant Phenotypes of Genetically Diverse Pseudomonas spp. Isolates Associated with Tomato Plants in Chilean Orchards. Horticulturae* 2022, 8, 750.

Fernando, Baquero, Teresa, M., Coque, José-Luis, Martínez, Sonia, Aracil-Gisbert, Val, F., Lanza. (2019). *Gene Transmission in the One Health Microbiosphere and the Channels of Antimicrobial Resistance. Frontiers in Microbiology*, doi: 10.3389/fmicb.2019.02892

Sun, Y.; Guo, G.; Tian, F.; Chen, H.; Liu, W.; Li, M.; Wang, S. *Antibiotic resistance genes and bacterial community on the surfaces of five cultivars of fresh tomatoes. Ecotoxicology* 2020, 30, 1550–1558.

Gastón Higuera G.
 Doctor en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias.
 Profesor asistente. Laboratorio Bvisa grupo de biocontrol del INTA, Universidad de Chile

Pamela Córdova V.
 Doctora en Microbiología;
 Postdoctorado Laboratorio de Bvisa grupo de biocontrol del INTA, Universidad de Chile