

## De Yale al IES Madrid Sur: descubriendo Nuevas Bacterias Productoras de Antibióticos y Antifúngicos

### From Yale to the IES Madrid Sur: finding new Antibiotics and Antifungal Producers Bacteria

B. Victoria Fernández, Penélope Higuera, María Rodrigo y Daniel Ruiz

Tutoras:

Carmina Rodríguez y Beatriz Conde

Universidad Complutense de Madrid

#### Resumen

La lucha contra las “superbacterias multirresistentes” es una de las prioridades actuales de la OMS. Entre las iniciativas más interesantes se encuentra el proyecto científico-educativo *Small World Initiative (SWI@USA)*; Universidad de Yale). De forma pionera en España (*SWI@UCM*), hemos adaptado la experiencia SWI trabajado con los estudiantes del IES Madrid-Sur. Se recogieron diversas muestras de tierra, se analizó la biodiversidad presente en las mismas y se aislaron 35 cepas productoras de compuestos antibióticos. Especialmente interesante fue el hallazgo de una especie del género *Pseudomonas* con actividades antibiótica y antifúngica. Esta experiencia ha sido muy enriquecedora y, para algunos jóvenes, una oportunidad única para vivir la emoción del descubrimiento científico. Incluso en algunos casos llegué a determinar su orientación académica y profesional. Detrás de cada vocación, hay una pasión.

*Palabras clave:* multirresistencia, antibióticos, antifúngicos, SWI.

#### Abstract

Fighting against “multi-drug resistant superbugs” is one of WHO’s current priorities. Among the most interesting initiatives is the *Small World Initiative* scientificeducational project (*SWI@USA*). In a pioneering way in Spain (*SWI@UCM*), we have adapted the SWI experience working with students of the IES Madrid-Sur. Several soil samples were collected, their biodiversity was analyzed and 35 strains producing antibiotic compounds were isolated. Especially interesting was the finding of a species of the genus *Pseudomonas* with antibiotic and antifungal activities. This experience was very enriching and, for some young people, a unique opportunity to experience the thrill of scientific discovery. Even in some cases it could determine their academic and professional orientation. Behind every vocation, there is a passion.

*Keywords:* multi-drug resistance; antibiotics; antifungal; SWI.

---

Trabajo presentado en las XII Jornadas Complutenses, XI Congreso Nacional de Investigación en Ciencias de la Salud para Alumnos Pregraduados y XVI Congreso de Ciencias Veterinarias y Biomédicas.

Agradecimientos: Al instituto *IES Madrid Sur* por su participación en las actividades del proyecto *SWI*; al profesor Dr. V. Jiménez Cid, coordinador del *SWI* en España, por traer la iniciativa de forma pionera a nuestro país; al Departamento de Microbiología II de la Facultad de Farmacia (UCM), por proporcionarnos las instalaciones, recursos y apoyo necesario; al *Proyecto 40 INNOVA-Docencia 2016-2017* por la financiación recibida y, por supuesto, a la organización del *SWI* en Estados Unidos, sin la cual todo esto no habría sido posible.

### Introducción

La lucha contra las “superbacterias multirresistentes” es una de las prioridades actuales de la OMS. Bajo el lema “*Antibióticos: manéjalos con cuidado*” (Organización Mundial de la Salud, 2016-2107), recientemente ha puesto en marcha un plan de acción mundial encaminado a mejorar la sensibilización y los conocimientos en materia de resistencia a los antimicrobianos, reforzar la vigilancia y la investigación, y reducir la incidencia de las infecciones, entre sus objetivos estratégicos. No obstante, el éxito de las estrategias de desarrollo no está exclusivamente en manos de la comunidad científica, sino globalmente de la sociedad.

Entre las iniciativas más interesantes (Jiménez Cid, 2016) se encuentra el proyecto científico-educativo *Small World Initiative (SWI@USA)*; Universidad de Yale). Éste propone una estrategia de “aprendizaje activo” en la que los estudiantes universitarios y de secundaria se involucran en una experiencia real que consiste en aislar, del medio ambiente, microorganismos nuevos productores potenciales de antibióticos, estudiando la biodiversidad del suelo y concienciándose sobre el correcto uso de los antibióticos.

De forma pionera en España (*SWI@UCM*), hemos adaptado la experiencia SWI trabajado con los estudiantes del Instituto de Enseñanza Secundaria Madrid-Sur (IES Madrid-Sur). La investigación se ha centrado en muestras de tierra proporcionadas por los propios alumnos, con geolocalizaciones específicas y documentadas. El aislamiento de las cepas y la caracterización inicial de las mismas se realizó en los laboratorios del IES. La identificación final de las cepas corrió a cargo de los universitarios en el Dpto. de Microbiología II, UCM. Las cepas seleccionadas se depositaron en la colección conjunta del proyecto *SWI@Spain*.

### Objetivos

- Aislar microorganismos ambientales a partir de muestras de suelo.
- Identificar las cepas productoras de antibióticos o antifúngicos.



Figura 1. Diversidad microbiana en un aislamiento en placa.

- Incentivar vocaciones científicas en los estudiantes de secundaria a través de la forma de trabajo en un equipo investigación.
- Divulgar la Ciencia y la experiencia personal a través de las redes sociales (Facebook y Twitter @SWISpain) y los sitios web oficiales de SWI@Spain (<https://www.swispain.blogspot.com.es>; ver bibliografía, páginas web).

### Materiales y métodos

Para el aislamiento se utilizaron diversos medios de cultivo (agar nutritivo y BHA), y agar Müeller-Hinton para la antibiosis. Las cepas se identificaron fenotípicamente: morfología, movilidad, tipo respiratorio, producción de pigmentos, oxidasa, potasa, catalasa, oxidación-fermentación de la glucosa, reducción de nitratos y otras pruebas metabólicas (Whitman, 2005; 2012). Finalmente se empleó el sistema de identificación por pruebas bioquímicas miniaturizadas API® (bioMérieux), y serología.

El equipo de trabajo lo conforman: un SWIPI (SWI Partner Instructor, C. Rodríguez), seis SWITAs (SWI Teaching Assistants, B.V. Fernández; B. Conde; D. Ruíz; P. Higuera; M. Rodrigo; J. Valdés, estudiantes de Grado o Máster UCM – Farmacia y Biología-) y 36 SWIs (estudiantes de secundaria).

### Resultados y discusión

Se realizaron cinco sesiones presenciales en el instituto y paralelamente se trabajó en el laboratorio de la Universidad. Con la entrega de kits, los estudiantes de secundaria procedieron a recoger muestras de tierra, consignando en un cuaderno de laboratorio todos los datos relevantes al tipo de suelo, acidez, vegetación, temperatura y geolocalización exacta del punto de la toma de muestra. A continuación, se sembraron diluciones ( $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ) en agar TSA 10% con cicloheximida y medio para actinomicetos, a fin de cuantificar la biodiversidad y el recuento de colonias.

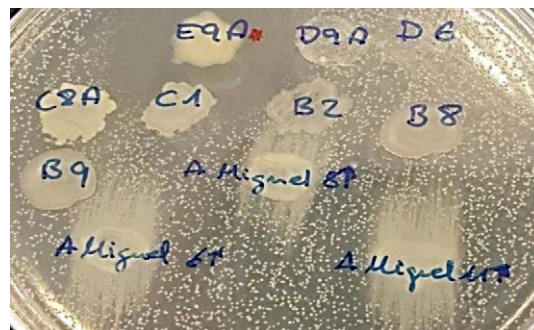


Figura 2. Potenciación del crecimiento entre cepas sinérgicas.



Figura 3. Bacilos Gram positivos observados al microscopio óptico.

Éstas se aislaron en cultivo puro en TSA 10% para realizar los ensayos de antibiosis en medio Müeller-Hilton, usando cepas no patógenas pertenecientes al grupo ESKAPE (acrónimo de los seis géneros bacterianos de gran importancia clínica, que han desarrollado mecanismos de resistencia a múltiples antibióticos: *Enterococcus*, *Staphylococcus*, *Klebsiella*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas* y *Enterobacter*).

Posteriormente las cepas se identificaron y conservaron a -80 °C, en la Fac. Farmacia.

De las 18 muestras de tierra iniciales, se observó una elevada diversidad microbiana en los cultivos en placa (Figura 1). Tras el aislamiento en cultivo puro y los ensayos de antibiosis, se obtuvieron 35 cepas de interés. Entre dichas cepas, había productoras de antibióticos, productoras de antifúngicos (realizado frente a *Candida albicans* en los laboratorios de la universidad). Sorprendentemente, algunas presentaron sinergismo, potenciando el crecimiento de otras bacterias (Figura 2).

Una vez caracterizadas las cepas aisladas, se identificaron al menos 7 géneros distintos. La mayoría fueron: bacilos Gram positivos, bacilos Gram negativos, cocobacilos Gram negativos (Figura 3). Entre los resultados más interesantes hay que destacar el aislamiento de una especie del género *Pseudomonas* que produce compuestos con actividad antibiótica y antifúngica (frente a *C. albicans*).

Los SWITAs ampliamos nuestros conocimientos en investigación y docencia, agradeciendo la oportunidad que se nos ha dado al poder participar en este proyecto. Los SWIs mostraron gran interés en todas las sesiones, tanto sobre Ciencia –en general– como sobre la vida universitaria y la proyección profesional. Aprendieron nuevas técnicas microbiológicas y se familiarizaron con el rigor del método científico, en un ambiente distendido y ameno (Figura 4).



Figura 4. SWIs trabajando en el laboratorio del IES Madrid Sur.

## Conclusiones

La exitosa puesta en marcha del proyecto *SWI@Spain* en el *IES Madrid Sur* ha supuesto la consecución de sus principales objetivos:

- Se han aislado nuevas cepas de bacterias productoras de antibióticos contra los microorganismos ESKAPE y también de antifúngicos frente a *Candida albicans*.
- Se han incentivado vocaciones científicas en los SWIs mediante su introducción en la forma de trabajo en un laboratorio de investigación de microbiología.
- Los SWITAs han desarrollado técnicas docentes y científicas fuera del ámbito universitario.
- Ha sido una experiencia muy enriquecedora tanto para los universitarios como los estudiantes de secundaria, plasmada en

## Referencias

- Jiménez, V. (2016). Educando en el descubrimiento: La resistencia a antibióticos como desafío de salud global en el s. XXI. *SEM@FORO*, 62, 25-26.
- Whitman, W. B. (2005). *Bergey's manual of systematic bacteriology. Vol. II: The proteobacteria* (2ª Ed.). New York, NY: Springer.
- Whitman, W. B. (2012). *Bergey's manual of systematic bacteriology. Vol. V: The actinobacteria* (2ª Ed.). New York, NY: Springer.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2016-2017). *Resistencia a los antimicrobianos*. Recuperado de <http://www.who.int/antimicrobial-resistance/es/>