



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Entrevista en profundidad

Bacterias y hongos altamente nocivos podrán ser identificados en menor tiempo

Un nuevo equipo tecnológico de la UCR agilizará la detección de bacterias y hongos patógenos en menor tiempo y con mayor exactitud

22 MAY 2024 Salud



Al introducir la muestra, la máquina crea un espectro de masas —un gráfico de intensidad— que es específico para cada especie patógena. Posteriormente, el espectro obtenido para un determinado microorganismo se compara automáticamente con la base de datos

del Maldi-tof Sirius de Bruker y se obtiene un resultado. Foto cortesía de Gustavo Chavarría.

¡Es oficial! En estos momentos, el país posee **uno de los equipos tecnológicos más sofisticados** que le permitirá a los científicos y a los científicos del Laboratorio Clínico y Banco de Sangre de la Universidad de Costa Rica (UCR) identificar bacterias altamente patógenas en cuestión de minutos e, incluso, hongos de importancia médica.

Se trata del Maldi-tof Sirius de Bruker, **el primer equipo de su clase en la región centroamericana** —y de última generación— que dará la posibilidad de mejorar la identificación de bacterias y hongos mediante el análisis de proteínas.

Su llegada al país contribuye una esperanza más para afrontar uno de los principales desafíos que enfrenta la salud a nivel nacional e internacional: **la resistencia de las bacterias a los antibióticos**.

De acuerdo con la última [Revisión de la Resistencia Antimicrobiana del Reino Unido](#), la resistencia de las bacterias está generando el fallecimiento de casi **700 000 personas cada año en el mundo** y, si la situación no cambia, para el 2050 podría cobrar la vida de más de 10 000 millones en todo el orbe.

Esa proyección se respaldó aún más a finales del 2022 con el último informe emitido por la [Organización Mundial de la Salud](#) (OMS). Este documento reveló altos niveles de resistencia en bacterias causantes de septicemias (**infecciones potencialmente mortales**), así como una creciente resistencia de los patógenos bacterianos más comunes a varios de los tratamientos existentes.

En palabras sencillas, el mundo se está quedando sin tratamientos efectivos contra diversas bacterias dañinas y, en este campo, **Costa Rica no es la excepción**.

A inicios del 2024, el Dr. José Arturo Molina Mora, microbiólogo de la UCR, [aseguró que Costa Rica está entre los países con los niveles más graves de bacterias resistentes](#), situación que se ha demostrado en diversidad de artículos científicos como el [Infection & Chemotherapy](#). **Este documento posiciona a Costa Rica como un país con alta resistencia a los carbapenémicos** (los antibióticos más avanzados que existen hasta hoy para tratar infecciones severas).

Ante esa realidad, el Maldi-tof Sirius de Bruker se convierte en un aliado más que dará la oportunidad de identificar **hasta 4 194 especies de bacterias y hongos**, incluidas las especies que se encuentran en el medio ambiente.

En tan solo cinco minutos, se estima que el equipo puede efectuar la identificación de **95 microorganismos; es decir, aproximadamente 600 muestras por hora**, lo cual ayudará a un paciente a aumentar sus posibilidades de sobrevivir, afirmó la Dra. Mariela Alvarado, coordinadora de la Sección de Microbiología Médica del Laboratorio Clínico y Banco de Sangre de la UCR.

Lo anterior no sería todo. Con el Maldi-tof Sirius de Bruker se podrá llevar a cabo **detecciones de microorganismos a partir de la sangre total**, lo que permite conocer —en menos de una hora— si el paciente presenta alguna bacteria causante de sepsis y, de esta manera, proporcionar el tratamiento más idóneo a fin de disminuir sus posibilidades de fallecimiento.

Asimismo, el Maldi-tof Sirius puede evaluar cuáles enzimas en las bacterias le confieren a la bacteria dicha resistencia y, de esta forma, **identificar con precisión cuáles son resistentes a antibióticos o a tratamientos específicos**. Esto es un insumo vital para la o el médico tratante, que tendrá información veraz a fin de mejorar la toma de decisiones clínicas.

Ante un equipo tan sofisticado **que permite brindar un diagnóstico rápido y confiable de los microorganismos causantes de infecciones**, así como de sus posibles resistencias a los antibióticos, era oportuno ahondar sus atributos con una científica experta en el tema.

De manera muy amable, la **Dra. Alvarado decidió hablar más sobre este equipo** que proporciona una oportunidad única para ofrecer un tratamiento más rápido y eficaz en Costa Rica.

Entre bacterias

—**Dra. Alvarado, antes de hablar del Maldi-tof Sirius, me parece importante explicarle a nuestras personas lectoras sobre el trabajo que se realiza en la Sección de Microbiología y Química Clínica del Laboratorio Clínico y Banco de Sangre de la UCR.**

—**Dra. Mariela Alvarado (MA):** “¡Por supuesto! En esta sección lo que hacemos es analizar distintos tipos de muestras mediante la búsqueda de los patógenos causantes de infecciones en los pacientes. Estos patógenos (que causan enfermedad) pueden ser bacterianos o micológicos (hongos).

Entonces, se reciben las muestras en el laboratorio clínico y se revisa que cumplan con los requisitos estipulados por el laboratorio. Por ejemplo: muestras identificadas correctamente, que estén conservadas correctamente y en los envases adecuados, entre otros aspectos. Al pasar esta revisión inicial, se entrega en la sección de Microbiología para su procesamiento de la muestra según su tipo y prueba solicitada.

La muestra procesada se coloca en medios de cultivo (medios especiales para el crecimiento de microorganismos) y se incuba el tiempo necesario. Además de la identificación del microorganismo, se realiza la prueba de sensibilidad a los antimicrobianos, para entregarle a las y los médicos las mejores opciones terapéuticas para tratar estas infecciones en el paciente afectado”.

—**¿Esas serían las únicas pruebas que se realizan en la sección Microbiología Médica, Dra. Alvarado?**

—**MA:** “No. Además, realizamos procesamiento para otro tipo de pruebas de análisis de sangre oculta en heces y de otros patógenos que se pueden detectar por pruebas rápidas como las de *Clostridioides difficile*.

De igual forma, podemos hacer análisis de tinciones (teñir con colores la muestra). Entonces, la sección no es solamente el procesamiento de muestras de tejidos, de huesos, de orinas o de otros líquidos biológicos, sino que también tienen estas otras pruebas adicionales.

Conforme vamos haciendo las pruebas de rutina, también vamos procesando esas otras. El trabajo principal es buscar los patógenos que están causando la infección al paciente. Esa es nuestra prioridad”.

—**Una prioridad vital que, en teoría, ayudaría en mejorar el abordaje terapéutico del paciente.**

—**MA:** “Exacto. Es muy importante poder identificar el agente patógeno a tiempo, lo más pronto posible, para poder darle al médico el nombre completo del agente causal y que así inicie el tratamiento más idóneo para la persona cuanto antes.

Usualmente, al no saber el nombre del agente causal (la bacteria que está ocasionando la infección), el personal médico inicia un tratamiento empírico, el cual muchas veces es

contraproducente para el paciente, ya sea por cuestiones propias del mismo o porque no son los tratamientos más efectivos para la bacteria o el agente causal que tiene esa persona. También puede ser porque ese agente causal podría ser resistente al tratamiento que se le brinda al paciente. Entonces, el tiempo es clave.

Nosotras y nosotros tratamos de procesar las muestras lo más pronto posible para incubarlas y obtener el crecimiento bacteriano. Por supuesto, a lo largo del tiempo, una de las mayores limitantes en la identificación de bacterias es, precisamente, ese tiempo, algo que ahora viene a cambiar con este nuevo equipo Maldi-tof”.

—Pareciera, entonces, que el Maldi-tof Sirius viene a transformar radicalmente la manera en como se venían identificando las bacterias y los hongos patógenos en el país. ¿Por qué es tan revolucionario? ¿Qué es lo nuevo que ofrece el Maldi-tof Sirius y que no se tenía antes en Costa Rica?

—MA: “Con las metodologías anteriores, nosotros necesitábamos aislar completamente a la bacteria, tenerla sola en una placa y, luego de eso, pasarla a otros equipos. Esto hacía que durara otras 24 horas más. Entonces, en total se podía tardar de tres a cuatro días para obtener una identificación, dependiendo del caso.

En esos tres o cuatro días el paciente se podía complicar y que el tratamiento no le estuviera funcionando, o bien, que no reciba el tratamiento por esperar los resultados. También podría estar recibiendo un tratamiento temporal que, además de no funcionarle, podría ayudar a que la bacteria sea más resistente.

Así que el tiempo es vital y esa rapidez es lo que nosotros buscamos con este nuevo equipo. Nosotros obtenemos la muestra, la procesamos, la incubamos y, a las 24 horas o incluso menos (12 horas), podemos identificar el agente patógeno para que los médicos puedan dirigir el tratamiento”.

Las diferencias entre el Maldi-tof con la versión anterior es una identificación más rápida, la cantidad de muestras es mayor —600 por hora— y se incluyen los hongos y las micobacterias (de muy lento crecimiento y que causan infecciones crónicas), que son microorganismos que a veces quedan rezagados y que por los métodos convencionales no se pueden identificar.

La tecnología

—Comprendo. ¿Y cuál es la tecnología detrás del Maldi-tof Sirius que permite lograr esa mayor rapidez en los procesamientos?

—**MA:** “La espectrometría de masas. Por medio de un láser se ioniza (se separa) la muestra, se liberan las partículas —que son las proteínas— y el equipo va ir recibiendo estas partículas en un receptor para ir generando un tipo de gráfico.

Este gráfico se va a comparar con los datos alojados en una biblioteca y nos va a decir qué microorganismo es. Precisamente, esta fue una de las características del porqué decidimos adquirir el equipo Maldi-tof: la biblioteca tan robusta que tiene. El equipo compara un perfil de la bacteria desconocida con un perfil ya conocido que está en la biblioteca. Esto es algo completamente innovador.

De hecho, el Maldi-tof que tenemos aquí, en el Laboratorio Clínico y Banco de Sangre de la Universidad de Costa Rica, es el primero que se ha logrado colocar a nivel centroamericano. Este equipo es nuevo, completamente nuevo. Desde el año pasado el modelo se empezó a comercializar y hasta ahora está llegando a nivel de Centroamérica, en ningún otro país está”.

—**¡Qué interesante! Somos pioneros en esta tecnología en la región. ¿Y cuántas especies alberga esa biblioteca que tiene el Maldi-tof Sirius y que lo hace tan valioso para la ciencia nacional?**

—**MA:** “Son 4 194 especies de hongos y bacterias. Esto lo hace muy robusto y nos permite tener confianza en lo que estamos identificando.

Entonces, este es uno de los aspectos más importantes, que el Maldi-tof Sirius tiene bibliotecas de tipo IVD (diagnóstico in vitro). Esto quiere decir que están aprobadas para su uso en el diagnóstico de enfermedades en humanos para el diagnóstico clínico y es lo que nos permite reportar el nombre del patógeno en una muestra clínica. Esta es otra de las ventajas que tiene el equipo.

El Maldi-tof tiene bibliotecas de tipo IVD para bacterias aerobias, bacterias anaerobias, micobacterias y hongos. Esto nos ayuda —aún más— a tener confianza en la identificación que estamos obteniendo. Este es el otro de los puntos más importantes del por qué elegimos este equipo, justamente, porque tiene bibliotecas de diagnóstico in vitro.

En el momento en que tengamos un resultado de micobacterias o de hongos, podemos reportárselo de inmediato al médico con toda la confianza y seguridad de que el resultado está correcto y respaldado”.

—**Antes del Maldi-tof, ¿cuánto tardaban?**

—**MA:** “El equipo anterior podría darnos la identificación de una bacteria por minuto, pero en este momento se requieren menos de un minuto por pocillo (por bacteria). Entonces, vamos a tener una identificación de 96 microorganismos en 5 minutos, es toda una placa, es demasiado rápido.

Esto es importante cuando tenemos cultivos en sangre, conocidos como hemocultivos. Los hemocultivos son parte de las muestras más críticas en el laboratorio. Nosotros podemos hacer una metodología de extracción, obtenemos un material y eso lo montamos en el equipo y, en menos de un minuto, nos dice cuál es el agente patógeno asociado.

Esto es importantísimo porque en una infección sanguínea, una septicemia o una bacteriemia, es muy importante tener el resultado rápido porque un paciente se puede morir y el tiempo, como ya se lo mencionaba antes, es vital y más en un tipo de infección como estas en sangre.

La toma de decisiones médicas depende mucho de cuánto tiempo duramos reportando para informar el agente causal. Entre más veloz sea, la sobrevivencia del paciente aumenta

conforme pasan los minutos. Con todas las muestras la rapidez es importantísima, pero con esta muestra en específico es aún más vital y sumamente urgente.

Con el Maldi-tof, en cuestión de una hora ya tenemos al patógeno. La verdad, es impresionante el poder dar un tipo de respuesta tan rápido”.

—¿Lo mismo pasa con los hongos patógenos?

—**MA:** “No. No es exactamente lo mismo porque los hongos necesitan más tiempo para crecer. Aunque la identificación también es bastante más rápida, necesitamos ese tiempo de crecimiento. Así que tal vez no se agilice tanto, porque hay que esperar que el hongo crezca, pero después de eso la identificación sí es rápida.

Sin embargo, con este equipo el tiempo de identificación de los hongos sí se mejora bastante, porque es algo muy difícil. Normalmente, esa identificación se realiza cuando nosotros como científicos observamos el hongo al microscopio.

Si bien nosotros no podemos dejar de ver al microscopio la morfología (aparición) de los hongos —porque los hongos son otro universo— sí se necesita ir de la mano con la identificación in vitro que es el que nos da este nuevo equipo. Es usual que estemos ante muchas especies que se parecen entre sí y cuesta diferenciarlas solo por observación al microscopio.

El equipo nos va a ayudar a diferenciarlos y hasta encontrar la especie, así como sus grupos taxonómicos (grupo de organismos emparentados). Incluso, ahora hay una modificación en los nombres de los hongos. El equipo ya está actualizado con estas nuevas denominaciones por grupos. Así que ha sido una alegría completa el poder tener el nombre completo y que el equipo nos diga con exactitud: este hongo es un *Aspergillus section nigri*.

Es una maravilla, está sumamente actualizado y estamos muy contentos porque es un avance muy grande que nos ayuda a identificar hongos más rápido”.

—¿De cuánto es ese tiempo de crecimiento en el caso de los hongos?

—**MA:** “Un hongo puede crecer en tres días. Sin embargo, con que tan solo crezca un poquito ya podemos agarrar esa muestra, montarla al equipo y ver cuál es. No necesitamos que llegue a los 30 días de crecimiento.

Con este equipo no se necesita llegar hasta un crecimiento tan avanzado, sino que con un poquito ya se puede obtener la muestra y colocarla en el equipo. En el tema de hongos esto ha sido la revolución y el Maldi-tof es el primer equipo que nos brinda esa biblioteca de diagnóstico in vitro”.

Bacterias resistentes

—¿Y en cuanto a la detección de los genes de resistencia?

—**MA:** “Igual. El Maldi-tof ha sido una completa revolución. Este equipo nos permite detectar la presencia de enzimas que confieren resistencia a los antibióticos.

El equipo nos ayuda a detectar unas enzimas que se llaman betalactamasas y otras que se llaman carbapenemasas y, además, la detección de unos genes de resistencia en unas bacterias anaerobias. Esto último tampoco había sucedido antes y es sumamente importante porque nos ayuda a detectar el gen implicado desde que se identifica la bacteria.

Con esa información podemos decirle al médico, por ejemplo: esta es la bacteria *Bacteroides fragilis* y, además, tiene el gen de resistencia cfiA. Eso ayuda a que el médico sepa que la persona tiene una resistencia a los antimicrobianos y que no puede darle cualquier tratamiento.

También nos va a ayudar a efectuar un *subtyping*. Un *subtyping* es para diferenciar bacterias que son muy cercanas entre sí y que, normalmente, el equipo anterior quedaba debiendo o necesitaba pruebas adicionales. Ahora, no necesitamos esas pruebas adicionales porque el equipo ya está tan especializado que nos ayuda a diferenciar las bacterias fácilmente.

Por ejemplo, permite diferenciar la especie *Streptococcus pneumoniae* de la especie *Streptococcus oralis*, que son sumamente parecidas entre sí, pero es muy importante diferenciarlas porque tener una infección por *Streptococcus pneumoniae* es completamente diferente al *Streptococcus oralis*. A las 24 horas de tener el crecimiento ya lo podemos saber. Es maravilloso”.

—¿Qué otras ventajas posee?

—MA: “Bueno, el montaje es muy sencillo. La persona no requiere ser una experta para realizar el montaje de las muestras. La preparación de los reactivos es sencilla, hay que tener cuidado, claro, pero realmente no se requiere de tanta especialización. Esto hace que sea fácil, amigable con el usuario y que la interfaz sea muy fácil de usar porque es bastante intuitiva.

Por lo tanto, no requerimos de mayores entrenamientos. La misma capacitación que tuvimos con el equipo previo la podemos usar ahorita porque no hay mayor diferencia.

Algo importante es que podemos procesar muestras de varios pacientes a la vez. La codificación se hace en el equipo individualmente según el número de cultivo.

Entonces, la muestra del paciente a está identificada con el número uno y con ese número queda para siempre y sabemos que la número uno es de ese paciente. Así que no hay problema de hacer montajes seguidos y de muchas muestras al mismo tiempo.

Algo también muy importante es que siempre tenemos precios accesibles para la población. Estamos teniendo una tecnología de primera calidad, de lo más nuevo, pero el costo al paciente no se ve reflejado”.

—¿Ya iniciaron los procesamientos, Dra. Alvarado?

—MA: “En este momento se está finalizando la verificación del equipo, esto es parte de los requerimientos de la Norma INTE/ISO 15189: 2023, con la cual tenemos pruebas de microbiología acreditadas. En el momento que finalice esta verificación el analizador estará a disposición de la población costarricense para el procesamiento de muestras microbiológicas”.

—Si bien estos servicios son para el Laboratorio Clínico y Banco de Sangre de la UCR, ¿estarán disponibles para el público en general?

—MA: “¡Claro! Nosotros podemos brindar un servicio y ofrecer estas identificaciones —así como las pruebas de sensibilidad— a la población en general y a empresas que requieren enviar muestras.

Nosotras y nosotros hemos trabajado mucho, hemos tenido capacitación y estamos en constante estudio y especialización. Podemos brindar un servicio con mucho amor y mis compañeras y compañeros están más que bien calificados para poder brindarlo.

Otro de los servicios es el cultivo de bacterias anaerobias —que crecen sin oxígeno—. Somos el primer laboratorio en el país, después de la Facultad de Microbiología, en tener una cámara especial para la incubación de bacterias anaerobias. Esto nos permite tener la oportunidad, y el espacio, para poder cultivar una gran cantidad de muestras por este tipo de patógenos.

Quiero que las personas sepan que tienen esa posibilidad y que pueden venir a realizarse un urocultivo —análisis de muestra de orina—, un cultivo de un absceso o hacerse un cultivo por hongos. Me parece importante que la población costarricense sepa que tienen esta opción y que, además, realizamos dichos análisis con la tecnología más nueva disponible a nivel mundial”.



[Jennifer Jiménez Córdoba](#)

Periodista Oficina de Comunicación Institucional

Área de cobertura: ciencias de la salud

jennifer.jimenezcordoba@ucr.ac.cr

Etiquetas: [hongos](#), [bacterias](#), [maldi-tof sirius](#), [laboratorio clinico](#) y [banco de sangre](#).