



# Perfil inmunológico mucosal y microarray de anticuerpos como herramienta diagnóstica y de estratificación en vaginosis bacteriana: viabilidad, rendimiento y valor clínico

## Mucosal immune profile and antibody microarray as diagnostic and stratification tools in bacterial vaginosis: feasibility, performance, and clinical value

PILOZO, ANGIE<sup>1</sup>; REYES, JAVIER<sup>1</sup>; FLORES, VICTOR<sup>1</sup>; VALERO-CEDEÑO, NEREIDA<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Estatal del Sur de Manabí. Provincia de Manabí. Ecuador.

<sup>2</sup>Universidad del Zulia. Maracaibo, Estado Zulia-Venezuela.

### Autores

**Autor de correspondencia**  
pilozo-anggie0902@unesum.edu.ec

**Fecha de recepción**

13/11/2025

**Fecha de aceptación**

16/12/2025

**Fecha de publicación**

02/02/2026

Pilozo Delgado, Angie Barbara  
Licenciada en Laboratorio Clínico. Estudiante de la Maestría en Ciencias de  
Laboratorio Clínico. Cátedra de Inmunología Clínica. Instituto de Postgrado.  
Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa-Ecuador  
Correo-e: pilozo-anggie0902@unesum.edu.ec  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4718-3807>

Reyes Baque, Javier Martín  
Dr. en Ciencias de la Salud, Docente de la Carrera de Laboratorio Clínico, Facultad  
Ciencias de la Salud. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa-Ecuador  
Correo-e: javier.reyes@unesum.edu.ec  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5895-82387>  
Flores Velez, Victor Shanny  
Licenciado en Laboratorio Clínico  
Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa-Ecuador  
Correo-e: flores-victor5245@unesum.edu.ec  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9269-8252>

Valero-Cedeño, Nereida Josefina  
Dra. en Inmunología. Instituto de Investigaciones Clínicas "Dr. Américo Negrette"  
Facultad de Medicina, Universidad del Zulia. Maracaibo, Estado Zulia-Venezuela.  
Docente en la Cátedra de Inmunología Clínica de la Maestría en Ciencias del  
Laboratorio Clínico. Instituto de Postgrado. Universidad Estatal del Sur de Manabí.  
Jipijapa-Ecuador  
Correo-e: valero.nereida@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3496-8848>

### Citación:

Pilozo, A.; Reyes, J.; Flores, V.; Valero-Cedeño, N. (2026). Perfil inmunológico mucosal y microarray de anticuerpos como herramienta diagnóstica y de estratificación en vaginosis bacteriana: viabilidad, rendimiento y valor clínico. *GICOS*, 11(1), 153-163

DOI:



## RESUMEN

La interacción de la microbiota vaginal y respuesta inmunológica, ha sido motivo para investigar herramientas diagnósticas y de pronóstico con más precisión. El objetivo fue evaluar críticamente la evidencia y la plausibilidad biológica del uso combinado de perfiles de inmunoglobulina secretora en fluido vaginal, paneles locales de citoquinas pro/antiinflamatoria y microarrays de anticuerpos dirigidos a antígenos de la microbiota vaginal como estrategia diagnóstica y de estratificación pronóstica en vaginosis bacteriana, mediante revisión y análisis de la literatura reciente. Los hallazgos de mayor relevancia describen que la medición combinada de anticuerpos mucosales frente a bacterias vaginales como *Gardnerella vaginalis*, *Prevotella spp.* y de citoquinas pro/inflamatorias, logran que se diferencien subgrupos de mujeres con mayor riesgo de recurrencia o alguna complicación asociada. Al integrar los perfiles inmunológicos (microarray de anticuerpos) con los perfiles microbiológicos de la microbiota vaginal, se genera una estratificación pronóstica individual, aumentando su valor clínico con intervenciones de tratamiento personalizadas. El empleo combinado de inmunoglobulinas, citoquinas y microarrays, sería una estrategia viable que promete mejorar el diagnóstico y la estratificación de riesgo en la vaginosis bacteriana, no obstante, su implementación como diagnóstico rutinario requiere una validación en cohortes amplias, estandarizar protocolos y evaluar su costo-efectividad.

**Palabras clave:** anticuerpos, antígenos, interleucina-6, inmunidad mucosa, vaginitis.

## ABSTRACT

The interaction between the vaginal microbiota and the immune response has prompted research into more precise diagnostic and prognostic tools. The objective of this study was to critically evaluate the evidence and biological plausibility of using combined secretory immunoglobulin profiles in vaginal fluid, local panels of pro/anti-inflammatory cytokines, and antibody microarrays targeting vaginal microbiota antigens as a diagnostic and prognostic stratification strategy for bacterial vaginosis, through a review and analysis of recent literature. The most relevant findings describe that the combined measurement of mucosal antibodies against vaginal bacteria such as *Gardnerella vaginalis* and *Prevotella spp.*, and of pro/anti-inflammatory cytokines, allows for the differentiation of subgroups of women at higher risk of recurrence or associated complications. Integrating immunological profiles (antibody microarrays) with vaginal microbiota profiles generates individual prognostic stratification, increasing its clinical value for personalized treatment interventions. The combined use of immunoglobulins, cytokines, and microarrays is a viable strategy that promises to improve diagnosis and risk stratification in bacterial vaginosis; however, its implementation as a routine diagnostic tool requires validation in large cohorts, standardized protocols, and an evaluation of its cost-effectiveness.

**Keywords:** antibodies, antigens, interleukin-6, immunity, mucosal, Vaginitis.

## INTRODUCCIÓN

La vaginosis bacteriana no se considera una infección, sino un desequilibrio en la microbiota vaginal, caracterizado por la sustitución de la flora normal de lactobacilos por bacterias anaerobias. Este desequilibrio reduce la resistencia a las infecciones mediante varios mecanismos, entre ellos la homeostasis bacteriana, la estabilización del pH ácido, la inhibición de la adhesión de patógenos por degradación de poliaminas y la producción de moléculas antiinflamatorias, surfactantes y sustancias antimicrobianas como el peróxido de hidrógeno, ácidos y bacteriocinas. Aproximadamente la mitad de las mujeres con vaginosis bacteriana pueden experimentar síntomas, que incluyen mal olor vaginal, flujo con olor a pescado, escozor y aumento del pH vaginal (Pérez-Ibáñez et al., 2025), microambiente vaginal.

La prevalencia de la vaginosis bacteriana sintomática varía según la región geográfica, con un 50% de casos asintomáticos. En países como Asia Central y Europa (23%), América Latina y el Caribe (24%), Asia Oriental y el Pacífico (24%), África Subsahariana (25%), Oriente Medio y Norte de África (25%), América del Norte (27%) y Asia Meridional (29%), se ha observado que la prevalencia está aumentando en paralelo al crecimiento demográfico. Además, se ha identificado vaginosis bacteriana en el 84% de las mujeres asintomáticas, de las cuales el 18,8% no tiene antecedentes sexuales (Peebles, et al., 2019; Bradshaw, et al., 2025).

Las infecciones cuentan con herramientas diagnósticas convencionales; en este caso, los criterios de Amsel y la puntuación de Nugent son los más utilizados. Aun así, su eficacia se ve limitada por problemas de sensibilidad y especificidad, lo que convierte el diagnóstico en un reto clínico debido a la diversidad y heterogeneidad de presentaciones clínicas (Sankar et al., 2023).

Se han desarrollado otras herramientas de ayuda diagnóstica para la vaginosis bacteriana, estas se basan en el perfil inmunológico mucosal y en microarray de anticuerpos, permitiendo una aproximación más integral, ya que en estas se incluyen inmunoglobulinas secretoras como sIgA y sIgG en fluido vaginal y perfiles de citoquinas pro/antiinflamatorias. Con este tipo de interacción dinámica entre el huésped y la microbiota vaginal, se puede deducir la aportación de biomarcadores de diagnóstico y pronóstico, como la plataforma de inmunosensores dirigida a la sialidasa (Rodríguez-Nava et al., 2021). De igual manera se ha tenido avance con aquellas mediciones o ensayos multiplex, tal como los microarrays de anticuerpos, que van dirigidos a los antígenos de la microbiota, logrando la detección de señales específicas frente a diferentes dianas bacterianas de manera simultánea, lo que permitiría una mejora en la estratificación de subtipos de la vaginosis bacteriana y la predicción de su recurrencia (Pérez-Ibáñez et al., 2025).

Por ello, este ensayo tiene como objetivo evaluar de forma crítica la plausibilidad biológica, la evidencia empírica actualizada, la viabilidad técnica, el rendimiento analítico y el valor clínico del uso combinado del microarray y perfiles inmunológicos mucosales en la vaginosis bacteriana, contribuyendo con la literatura científica acerca de los nuevos avances de pruebas diagnósticas ante un tipo de infección recurrente en las mujeres, debido a la disbiosis generada con pérdida de especies dominantes del género *Lactobacillus* con sobrecrecimiento de bacterias anaerobias.

## Inmunidad mucosal vaginal y su alteración en vaginosis bacteriana

El tracto genital femenino presenta inmunidad innata y adaptativa, dependiente de hormonas y microbiota, que actúa como puente entre la inflamación y el estrés. La inflamación vaginal constituye el mecanismo clave de señalización para erradicar patógenos invasores y reparar el tejido dañado tras estímulos nocivos. Se conocen cuatro procesos en este mecanismo: el desencadenamiento, la detección, la dispersión de la señal y la estimulación de las células efectoras (Qin et al., 2025). La barrera mucosa vaginal (células epiteliales escamosas), primera línea de defensa, mantiene la homeostasis de la salud femenina al impedir la entrada de microbiota patógena, componentes proinflamatorios y antígenos al torrente sanguíneo. Sin embargo, la proteína inducida por ácido láctico y radiación gamma (IP-10), producida por la especie predominante *Lactobacillus*, proporciona el principal mecanismo de defensa en el microambiente vaginal (Dai et al., 2023).

Partiendo desde la inmunidad mucosal vaginal y de la alteración que se presenta ante la vaginosis bacteriana, esta mucosa representa una barrera física e inmunológica. Por otra parte, las inmunoglobulinas secretorias (específicamente sIgA) y las IgG locales constituyen un rol importante, ya que neutralizan los antígenos microbianos, la modulación de la respuesta inflamatoria y la inhibición de la adhesión bacteriana (Condori-Catachura et al., 2025). A su vez, esta mucosa secreta múltiples citoquinas y quimiocinas que van a regular la inflamación y el reclutamiento celular. Durante este tipo de infección se observará una disminución parcial de lactobacilos productores de ácido láctico, el pH vaginal aumentará, variación de la barrera mucosa y modificación en el perfil de citoquinas de manera frecuente. El aumento de IL-1B, IL-6, IL-8 y otras mediadoras de origen proinflamatorio, indicando un proceso de inflamación o de una respuesta inmunitaria exagerada (Young et al., 2025).

De hecho, se han identificado este tipo de cambios en recientes estudios empíricos como de revisiones científicas, donde han documentado modificaciones en los niveles de inmunoglobulinas en lavados vaginales de estudios experimentales, sin embargo, sus resultados presentan variación de acuerdo a la población, la metodología de la muestra y fase de la menstruación. A su vez, se ha documentado que la preservación y degradación de sIgA por enzimas bacterianas, como, por ejemplo, sialidasa también puede incidir en favorecimiento de la persistencia de la disbiosis, lo que refuerza la plausibilidad biológica de querer realizar la medición de aquellas moléculas como biomarcadores (Murphy et al., 2024)

## Paneles de citoquinas locales y mediadores proinflamatorios

En cuanto a los paneles de citoquinas en líquido vaginal, estos logran la evaluación del estado inmunológico local por medio del conteo de mediadores proinflamatorios que serían, IL-1B, IL-6, IL-8 TNF- $\alpha$  y los antiinflamatorios IL-10, TGF-B. Al ser medidos se identificará información acerca de la activación de la mucosa y el equilibrio entre la inflamación que se presenta, como de su regulación, lo cual puede ayudar en la estratificación pronóstica, que, de hecho, se identificaría a pacientes con un mayor riesgo de frecuencia o complicaciones ante la infección. Entre los empleados se encuentran Luminex o MSD, estos han permitido

cuantificar de manera simultánea numerosos mediadores con alto rendimiento (Young et al., 2025).

Estos paneles permiten la obtención de una lectura indirecta del estado inmunológico local, ya que mediante la mucosa genital baja se identificarán aquellas citoquinas en el líquido cervicovaginal en donde se miden mediadores inflamatorios. Algunos autores como Hruzevskyi (2020), han descrito niveles elevados de mediadores proinflamatorios como IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-2 e IL-8, entre otras, y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) en mujeres que presentaban vaginosis bacteriana o disbiosis vaginal. Además, algunos mediadores antinflamatorios como la IL-10 y otros factores de regulación como el Factor de crecimiento transformante beta 1 (TGF- $\beta$ 1), también han mostrado alteraciones, sugiriendo que la mucosa no solo tiende a mantener una respuesta de inflamación, sino también tiende a presentar mecanismos reguladores (Hruzevskyi, 2020; Novak et al., 2023).

Es decir, indican el grado de activación inmunológica o que tanta es la reacción de la mucosa vaginal, como se mantiene esta respuesta proinflamatoria y reguladora indicando el riesgo de daño epitelial, si hay persistencia bacteriana o modificación de la barrera y también se consideraría como un potencial de estratificación pronóstica, por ejemplo, si se identifica un perfil que presenta alta inflamación, esto sugeriría que puede dar mayor probabilidad de recurrencia, como también complicaciones obstétricas o que existe vulnerabilidad a ciertas infecciones de transmisión sexual (Buchta et al., ^ ^ ^ 5).

De acuerdo a estudios que han realizado en base a su especificidad, puede indicarse que esta es limitada, debido a que, los mismos patrones inflamatorios se han observado en otros tipos de infecciones vaginales y procesos de irritación, sumado a ello, estos niveles pueden verse afectados por otro tipo de factores como las relaciones sexuales recientes, las duchas vaginales, uso de medicación hormonal y coinfecciones con *Trichomonas vaginalis*. Estos paneles pueden aportar información importante acerca del estado inmunológico local, sin embargo, en raros casos se da un diagnóstico por sí solo, ya que, entre sus limitaciones se encuentran la variación biológica del ciclo menstrual, interferencias preanalíticas, escasa estandarización de puntos de corte, su costo y la complejidad técnica, que resulta dificultoso emplearlo en lugares clínicos con recursos limitados (Chiu et al., 2025).

Por ello, aunque estos paneles de citoquinas tienden a ofrecer una ventana funcional ante el estado del sistema inmunológico local, al aplicarla como un diagnóstico directo, se requeriría una validación multicéntrica y estandarizarla internamente en el laboratorio, lo que resulta un reto, por su alto costo. También diferentes infecciones vaginales que son inflamatorias tienden a elevar a las propias citoquinas, e incluso, en un estudio que es representativo y muy reciente observaron que, a pesar de que 16 de 18 citoquinas mostraron diferencias por estado de vaginosis bacteriana y de tricomoniasis vaginal, en el análisis multivariable la vaginosis bacteriana no mostró asociación con un índice de citoquinas más aumentado (Young et al., 2025).

### **Microarrays de anticuerpos dirigidos a antígenos de la microbiota vaginal.**

Los microarrays de anticuerpos consisten en paneles de anticuerpos inmovilizados sobre una superficie sólida que permiten detectar simultáneamente múltiples antígenos y/o anticuerpos en una única muestra de

fluido vaginal. Este enfoque antígeno–anticuerpo facilita la captura de patrones de reactividad humoral y la cuantificación relativa de múltiples señales, lo que permite construir un perfil inmunológico individualizado del entorno mucoso vaginal (Muzny et al., 2023).

En el caso de este tipo de muestra se incluyen antígenos representativos de especies importantes como *Prevotella spp.*, *Gardnerella vaginalis*, entre otros, y a su vez, de lactobacilos protectores. La pérdida de *Lactobacillus* del microbioma vaginal se asocia con consecuencias adversas para la salud. Los glicanos median la adhesión bacteriana durante la colonización e infección. Mediante microarrays de glicanos personalizados, se establecen perfiles de interacción de glicanos de bacterias vaginales implicadas en la salud reproductiva. Este tipo de enfoque acelera el perfilado y puede ofrecer firmas de antígenos que discriminan subtipos de disbiosis, incluso siendo considerado una mejor alternativa frente a pruebas monoantígeno (Tajadura-Ortega et al., 2025).

Estudios experimentales han indicado que las tecnologías o aplicaciones que son derivadas de microarrays de anticuerpos como prototipos, han sido orientados para la mejora en la detección simultánea de muchos biomarcadores que aportan alta sensibilidad y de aplicación clínica, entre estos ensayos, en base de nanosensores e inmunoensayos multiplex, mostrando alta capacidad en la detección de marcadores asociados a la vaginosis bacteriana, con buena sensibilidad en investigaciones piloto. Por ello, esta prueba se considera con alta sensibilidad y especificidad, debido a que consume poca cantidad de muestra y logra la detección de diferencias en la respuesta inmunológica frente a distintas especies microbianas (Gilbert et al., 2025).

Entre las limitaciones de la prueba de microarray de anticuerpos se encuentra la necesidad de la definición de paneles representativos, las interferencias que se presenten por los propios componentes que contiene el fluido vaginal, su costo elevado, lo complejo que es la técnica y la falta en cuanto a la interpretación clínica. Sumado a ello, la evidencia clínica se encuentra en una etapa temprana requiriendo la validación multicéntrica (Gilbert et al., 2025).

Por consiguiente, los microarrays facilitan la detección de respuestas que son específicas de los anticuerpos IgA e IgG, frente a los antígenos de la microbiota vaginal con una elevada sensibilidad, a pesar de que se incorporen volúmenes en microlitros de la muestra. Entonces se logra una buena interacción de antígeno–anticuerpo, o como bien se entendería la interacción inmunológica específica entre ambos, caracterizando la respuesta inmunitaria local frente a distintas especies bacterianas, lo que permite diferenciar estados de eubiosis o disbiosis y la estratificación del riesgo clínico o recurrencia (Liu et al., 2024)..

Entre las ventajas de los microarrays sin duda alguna resaltan, la alta sensibilidad y especificidad, ya que evalúan múltiples antígenos, y la detección de la respuesta, por ejemplo, predominio de IgA frente a lactobacilos y de IgG frente a bacterias anaerobias (Schuster et al., 2024). Por otra parte, sus limitaciones requieren la definición de un panel antigénico representativo y estandarizado. Este resultaría complejo debido al dinamismo de la microbiota vaginal, también las interferencias de los propios componentes de la mucosa vaginal, como las enzimas y mucinas; pero, el costo para su producción resulta elevado y su interpretación clínica difícil. Todo

ello, resultaría en un reto, que, sería un proceso de mucha complejidad, pero queda claro que son métodos diagnósticos que están siendo considerados ante este tipo de infección, como lo es la vaginosis bacteriana.

### **Combinación: inmunidad mucosal y microarray**

La viabilidad, rendimiento y el valor clínico referente al combinar ambas pruebas, se describiría como un diagnóstico innovador para la vaginosis bacteriana, ya que es un conjunto simultáneo de la presencia microbiana, respuesta inmunitaria local, en conjunto a citocinas cervicovaginales, como respuesta inflamatoria. Su viabilidad necesariamente requeriría una infraestructura avanzada, protocolos estandarizados, normalizar la analítica y controlar las variables preanalíticas. El rendimiento debe evaluarse mediante los límites de detección, sensibilidad, especificidad, valores predictivos y reproducibilidad, entre otros. Se debe identificar, además, los diferentes factores que limitan su capacidad diagnóstica. Considerando desde el punto clínico, se pueden mencionar el diagnóstico de casos ambiguos, la estratificación de riesgo y la personalización terapéutica (Brochu et al., 2025).

Desde un análisis crítico, al combinar ambas pruebas, como es el perfil inmunológico mucosal y microarray de anticuerpos, se estaría logrando una integración de huésped (sIgA/sIgG y citoquinas) y señal microbiana (antígenos detectados por microarray), con ello se estaría captando la presencia microbiana y también la respuesta inmunológica frente a la misma, lo que estaría incrementando la especificidad (Muzny et al., 2023).

En cuanto a la estratificación pronóstica se resalta el hecho de que, al combinarlas se podrían estar identificando subgrupos, con una alta probabilidad de frecuencia o mayor riesgo de complicaciones, tal como, mayor respuesta inflamatoria que incidiría en una posible infección de transmisión sexual, y complicaciones obstétricas, entre otras. Ambas influirían en la decisión terapéutica dirigida, ya que en el futuro este tipo de detecciones de anticuerpos a antígenos específicos y sumado a ello, un perfil inflamatorio, lograrían una mejor orientación a los tratamientos optimizando el empleo de los antibióticos con la restauración de lactobacilos/probióticos (Abbe y Mitchell, 2023; Savicheva, 2023).

Pese a ello, hay que considerar que la garantía real dependerá de algunos factores, como la calidad y estandarización de la muestra, es decir, lavado versus hisopado, las concentraciones como la dilución empleada, la sensibilidad que mantengan los microarrays, aparte de que las pruebas combinadas *per se*, tienden a aumentar el costo, requiriendo que, para un valor clínico, primero sean superadas estas barreras (Rodríguez-Nava et al., 2021).

De acuerdo a datos e información actual, la implementación de ambas pruebas se ejecuta en laboratorios de investigación y en algunos centros clínicos avanzados o de referencia, considerando una infraestructura adecuada; no obstante, la viabilidad técnica requiere de la estandarización, tener controles de calidad y la certificación que regule su aplicación. A su vez, el costo y equidad resultan de considerar, porque tienen valores elevados, y al querer aplicarse en países con recursos limitados, dependería de la reducción de costos, demostrando sus beneficios clínicos en la reducción de la frecuencia de la vaginosis bacteriana, o mayor eficiencia en la prescripción y uso de antibióticos, considerando, además, otras opciones como el cribado con

pruebas de costo más accesible y la confirmación con este tipo de pruebas inmunológicas y microarray de anticuerpos (Amabebe y Anumba, 2022).

Y aunque en la actualidad son pocas las investigaciones en relación a la combinación de ambas pruebas, los pocos estudios identificados demuestran que estudios pilotos y de revisión indican señales prometedoras como resultados de firmas microbianas y perfiles inflamatorios, que al relacionarlos con la vaginosis bacteriana detectan riesgo de presentar recurrencia, sin embargo, vale recalcar, que faltarían más ensayos prospectivos en mayores poblaciones y estudios que demuestren su impacto en la detección de la vaginosis bacteriana, en las posibles complicaciones, por ejemplo, la reducción del parto prematuro, baja incidencia en las recidivas luego del tratamiento, es decir, patrones o razones que logren justificar y considerar su aplicación generalizada (Armstrong et al., 2025).

Por otra parte, no hay que olvidar las limitaciones de la variabilidad entre las personas, los diferentes fenotipos microbianos que podrían ocasionar dificultad en su realización, el ciclo menstrual, las relaciones sexuales, entre otras, que tienden a alterar perfiles inmunológicos y microbianos, la interpretación de los resultados, ya que el detectar anticuerpos o antígenos, no siempre podría indicar una patología activa, podría ser una exposición pasada o colonización no patogénica, aunque es algo que de por hecho se lo tiene muy presente (OMS, 2024; CDC, 2024). Para la implementación de ambas pruebas las limitaciones como estas se tienen pendiente, además de los aspectos regulatorios y de aplicación.

## CONCLUSIONES

Sin duda alguna el integrar un perfil inmunológico mucosal (sIgA/sIgG) y paneles de citoquinas) con microarray de anticuerpos que logren la detección de antígenos representativos de la microbiota vaginal, se le considera una estrategia muy sólida y prometedora con el único objetivo de mejorar el diagnóstico y la estratificación pronóstica de la vaginosis bacteriana. La plausibilidad biológica respecto a lo estudiado se fundamenta muy bien, ya que se sabe que la vaginosis bacteriana altera la composición microbiana como también la respuesta inmunitaria local, y como se ha identificado varios estudios confirman un avance alentador, principalmente en la sensibilidad analítica y la capacidad para el perfil múltiple de dianas.

La literatura científica ha demostrado que las modificaciones en la microbiota vaginal suelen acompañarse de cambios en los marcadores inmunológicos de la mucosa, como la inducción de quimiocinas o la activación de células presentadoras de antígeno. Estos hallazgos se han correlacionado con la mejoría o el empeoramiento del estado microbiológico tras el tratamiento. Además, los perfiles de citocinas proinflamatorias se han asociado con distintas bacterias caracterizadas por una amplia diversidad y elevada carga bacteriana, lo que sugiere que el estado inmunológico local podría modular la disbiosis y, en consecuencia, influir en el pronóstico de su persistencia. En este contexto, la integración de pruebas inmunológicas y microbiológicas representa una innovación relevante hacia una medicina personalizada en la vaginosis bacteriana.

La intervención no se limitaría únicamente a la detección de disbiosis, sino que también consideraría la naturaleza y magnitud de la respuesta inmunitaria del huésped. Sin embargo, entre las principales limitaciones

se encuentran la escasez de ensayos prospectivos, la falta de validación multicéntrica y la insuficiente evaluación del impacto en la reducción de complicaciones clínicas, además de los aspectos relacionados con el costo y la efectividad. Si bien, las pruebas combinadas permiten identificar el estado inmunológico local y detectar procesos inflamatorios, la ausencia de información clínica sólida y el hecho de encontrarse aún en etapas tempranas, con necesidad de una validación compleja, impiden establecer con certeza su verdadero rendimiento en términos de calidad y sensibilidad analítica, entre otros parámetros.

No obstante, puede señalarse que estas pruebas requieren una mayor estandarización; para otorgarles un valor clínico es indispensable contar primero con más evidencia derivada de ensayos y estudios, así como con análisis de costo y de los factores que intervienen en su aplicación. Aun así, se trata de una estrategia analítica prometedora que incrementa la especificidad y abre nuevas perspectivas en la evaluación clínica.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

## REFERENCIAS

- Abbe, C., & Mitchell, C. M. (2023). Bacterial vaginosis: a review of approaches to treatment and prevention. *Frontiers in reproductive health*, 5, 1100029. <https://doi.org/10.3389/frph.2023.1100029>.
- Amabebe, E., & Anumba, D. O. C. (2022). Mechanistic Insights into Immune Suppression and Evasion in Bacterial Vaginosis. *Current microbiology*, 79(3), 84. <https://doi.org/10.1007/s00284-022-02771-2>.
- Armstrong, E., Liu, R., Pollock, J., Huibner, S., Udayakumar, S., Irungu, E., Ngurukiri, P., Muthoga, P., Adhiambo, W., Yegorov, S., Kimani, J., Beattie, T., Coburn, B., & Kaul, R. (2025). Quantitative profiling of the vaginal microbiota improves resolution of the microbiota-immune axis. *Microbiome*, 13(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s40168-025-02039-4>
- Bradshaw, C. S., Plummer, E. L., Muzny, C. A., Mitchell, C. M., Fredricks, D. N., Herbst-Kralovetz, M. M., & Vodstrcil, L. A. (2025). Bacterial vaginosis. *Nature reviews. Disease primers*, 11(1), 43. <https://doi.org/10.1038/s41572-025-00626-1>
- Brochu, H. N., Zhang, Q., Song, K., Wang, L., Deare, E. A., Williams, J. D., Icenhour, C. R., & Iyer, L. K. (2025). Characterization of vaginal microbiomes in clinician-collected bacterial vaginosis diagnosed samples. *Microbiology spectrum*, 13(4), e0258224. <https://doi.org/10.1128/spectrum.02582-24>.
- Buchta, V., Nekvindová, J., Leško, D., Vrbacký, F., Veščičík, P., Uhlířová, Z., Andrýs, C., Bolehovská, R., Kacerovský, M., Špaček, J., Mrkvicová, A., Skalská, H., & Plíšková, L. (2025). Vaginal microbiota: different roles of lactobacilli and community instability in chronic vulvovaginal discomfort. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 15, 1636873. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2025.1636873>
- Centers for Diseases Control and prevention (CDC). (2024). *Acerca de la vaginosis bacteriana*. <https://www.cdc.gov/bacterial-vaginosis/es/about/acerca-de-la-vaginosis-bacteriana.html>
- Condori-Catachura, S., Ahannach, S., Ticlla, M., Kenfack, J., Livo, E., Anukam, K. C., Pinedo-Cancino, V., Collado, M. C., Dominguez-Bello, M. G., Miller, C., Vinderola, G., Merten, S., Donders, G. G. G., Gehrman, T., Isala Sisterhood Consortium, & Lebeer, S. (2025). Diversity in women and their vaginal microbiota. *Trends in microbiology*, S0966-842X(24)00328-7. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2024.12.012>
- Chiu, S. F., Huang, C. Y., Chen, C. Y., Hsu, W. J., Yeh, Y. M., Shih, Y. W., Chu, L. J., Lin, W. N., & Huang, K. Y. (2025). Interactions between bacterial vaginosis-associated microbiota and Trichomonas vaginalis modulate parasite-induced pathogenicity and host immune responses. *Parasites & vectors*, 18(1), 346.

<https://doi.org/10.1186/s13071-025-06996-5>.

- Dai, D., Wang, J., Zhang, H., Wu, S., & Qi, G. (2023). Uterine microbial communities and their potential role in the regulation of epithelium cell cycle and apoptosis in aged hens. *Microbiome*, 11(1), 251. <https://doi.org/10.1186/s40168-023-01707-7>
- Gilbert, N. M., Ramírez Hernández, L. A., Berman, D., Morrill, S., Gagneux, P., & Lewis, A. L. (2025). Social, microbial, and immune factors linking bacterial vaginosis and infectious diseases. *The Journal of clinical investigation*, 135(11), e184322. <https://doi.org/10.1172/JCI184322>
- Hruzevskyi, O. (2020). The cytokine system's status in bacterial dysbiosis and bacterial vaginosis. *ScienceRise: Medical Science*, 3(36), 50–56. <https://doi.org/10.15587/2519-4798.2020.204094>.
- Liu, R., Pollock, J., Huibner, S., Udayakumar, S., Irungu, E., Ngurukiri, P., Muthoga, P., Adhiambo, W., Kimani, J., Beattie, T., Coburn, B., & Kaul, R. (2024). Microbe-binding Antibodies in the Female Genital Tract: Associations with the Vaginal Microbiome and Genital Immunology. *Journal of immunology (Baltimore, Md: 1950)*, 213(10), 1516–1527. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.2400233>.
- Murphy, K., Gromisch, M., Srinivasan, S., Wang, T., Wood, L., Proll, S., Liu, C., Fiedler, T., Valint, D. J., Fredricks, D. N., Keller, M. J., & Herold, B. C. (2024). IgA coating of vaginal bacteria is reduced in the setting of bacterial vaginosis (BV) and preferentially targets BV-associated species. *Infection and immunity*, 92(1), e0037323. <https://doi.org/10.1128/iai.00373-23>
- Muzny, C. A., Cerca, N., Elnaggar, J. H., Taylor, C. M., Sobel, J. D., & Van Der Pol, B. (2023). State of the Art for Diagnosis of Bacterial Vaginosis. *Journal of clinical microbiology*, 61(8), e0083722. <https://doi.org/10.1128/jcm.00837-22>
- Novak, J., Ferreira, C. S. T., Golim, M. A., Silva, M. G., & Marconi, C. (2023). Covariates of vaginal microbiota and pro-inflammatory cytokine levels in women of reproductive age. *Beneficial microbes*, 14(2), 131–142. <https://doi.org/10.3920/BM2022.0060>.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2024). *Vaginosis bacteriana*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/bacterial-vaginosis>.
- Peebles, K., Velloza, J., Balkus, J. E., McClelland, R. S., & Barnabas, R. V. (2019). High Global Burden and Costs of Bacterial Vaginosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sexually Transmitted diseases*, 46(5), 304–311. <https://doi.org/10.1097/OLQ.0000000000000972>.
- Pérez-Ibáñez, D. C., Burciaga-Flores, C. H., García-Mejía, X., Alcorta-Nuñez, F., Solis-Coronado, O., Escamilla, M. G., Vidal-Gutiérrez, O., & Garza-Rodríguez, M. L. (2025). Hallmarks of Bacterial Vaginosis. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, 15(9), 1090. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15091090>
- Qin, L., Sun, T., Li, X., Zhao, S., Liu, Z., Zhang, C., Jin, C., Xu, Y., Gao, X., Cao, Y., Wang, J., Han, T., Yan, L., Song, J., Zhang, F., Liu, F., Zhang, Y., Huang, Y., Song, Y... Chen, Z. J. (2025). Population-level analyses identify host and environmental variables influencing the vaginal microbiome. *Signal transduction and targeted therapy*, 10(1), 64. <https://doi.org/10.1038/s41392-025-02152-8>.
- Rodríguez-Nava, C., Cortés-Sarabia, K., Avila-Huerta, M. D., Ortiz-Riaño, E. J., Estrada-Moreno, A. K., Alarcón-Romero, L. D. C., Mata-Ruiz, O., Medina-Flores, Y., Vences-Velázquez, A., & Morales-Narváez, E. (2021). Nanophotonic Sialidase Immunoassay for Bacterial Vaginosis Diagnosis. *ACS pharmacology & translational science*, 4(1), 365–371. <https://doi.org/10.1021/acspctsci.0c00211>.
- Sankar, A., Sharma, R., Trivedi, N. (2023). Bacterial vaginosis: A state of microbial dysbiosis. *Medicine in Microecology*, 16, 100082. <https://doi.org/10.1016/j.medmic.2023.100082>
- Savicheva A. M. (2023). Molecular Testing for the Diagnosis of Bacterial Vaginosis. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(1), 449. <https://doi.org/10.3390/ijms25010449>.
- Schuster, H. J., Breedveld, A. C., Matamoros, S. P. F., van Eekelen, R., Painter, R. C., Kok, M., Hajenius, P. J., Savelkoul, P. H. M., van Egmond, M., & van Houdt, R. (2024). The interrelation between microbial immunoglobulin coating, vaginal microbiota, ethnicity, and preterm birth. *Microbiome*, 12(1), 99. <https://doi.org/10.1186/s40168-024-01787-z>
- Tajadura-Ortega, V., Chai, W., Roberts, L. A., Zhang, Y., Di Maio, A., Decout, A. C., Pinheiro, B. A., Palma,

- A. S., De Nicola, G., Riaposova, L., Gimeno-Molina, B., Lee, Y. S., Cao, H., Piskarev, V., Akune, Y., Costa, T. R. D., Amin, H., Sykes, L., Bennett, P., Marchesi, J.R., Feizi, T., Liu, Y., & MacIntyre, D.A. (2025). Identification and characterization of vaginal bacteria-glycan interactions implicated in reproductive tract health and pregnancy outcomes. *Nature Communications*, 16(1), 5207. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-60404-1>.
- Young, M. R., Haddad, L. B., McKinnon, L., Ochieng, W. O., Rowh, M., Gill, A., Ofotokun, I., & Mehta, S. D. (2025). Cytokine concentration and T cell subsets in the female genital tract in the presence of bacterial vaginosis and Trichomonas vaginalis. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 15, 1539086. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2025.1539086>