



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA LABORATORIO CLINICO**

Técnicas moleculares para el diagnóstico de micosis vaginal

**Trabajo de Titulación para optar al título de Licenciada en Laboratorio
Clínico**

Autora:

Ashqui Agualsaca, Kerly Graciela

Tutora:

MgS. Eliana Elizabeth Martínez Durán

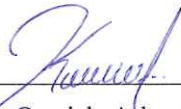
Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Kerly Graciela Ashqui Agualsaca, con cédula de ciudadanía 0604888859, autora del trabajo de investigación titulado: Técnicas moleculares para el diagnóstico de micosis vaginal, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 8 de Mayo de 2026.



Kerly Graciela Ashqui Agualsaca

C.I: 0604888859

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Eliana Elizabeth Martínez Durán catedrático adscrito a la **Facultad de Ciencias de la Salud**, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: **Técnicas moleculares para el diagnóstico de micosis vaginal**, bajo la autoría de **Kerly Graciela Ashqui Agualsaca**; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 8 días del mes de Mayo de 2026



Mgs. Eliana Elizabeth Martínez Durán
C.I: 1714480827

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

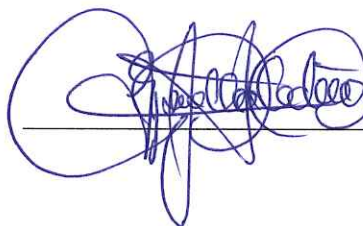
Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Técnicas moleculares para el diagnóstico de micosis vaginal”, presentado por Kerly Graciela Ashqui Agualsaca, con cédula de identidad número 0604888859, bajo la tutoría de la Mgs. Eliana Elizabeth Martínez Durán; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 21 de mayo 2026

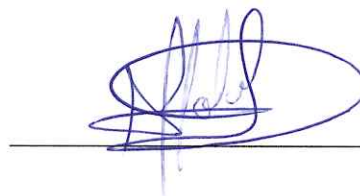
MsC. Yisela Carolina Ramos Campi
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Gisnella Maria Cedeño Cajas
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



MgC. Félix Atair Falconi Ontaneda
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **Ashqui Agualsaca Kerly Graciela** con CC: **0604888859**, estudiante de la Carrera **Laboratorio Clínico**, Facultad de **Ciencias de la Salud**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**Técnicas moleculares para el diagnóstico de micosis vaginal**", cumple con el **7 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **Compilatio**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 8 de mayo de 2026


Mgs. Eliana Elizabeth Martínez Durán
TUTORA

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía, mi fortaleza y la luz que ha iluminado cada paso de este camino. A mi mami, J. Maria, quien desde el cielo me cuida, me protege y me guía cada paso que voy dando para seguir adelante, en donde su cariño y su recuerdo han sido mi mayor inspiración para seguir de pie. ¡Te amo mami con todo mi corazón!

A mi padre, Ángel, y a mi hermano, Geordy, por su apoyo constante, su comprensión y por permanecer siempre a mi lado, incluso en las circunstancias más difíciles, brindándome fuerza, confianza y la seguridad de que nunca estoy sola.

Finalmente, a mis pequeños niños de cuatro patas, por su compañía incondicional de cada mañana, su cariño y amor se han convertido en mi fuente de alegría diaria. Su presencia ha sido un hermoso regalo. Los amo profundamente.

Kerly Graciela Ashqui Agualsaca.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Chimborazo, por abrirme sus puertas y permitirme formarme en una de las carreras más valiosas y enriquecedoras, brindándome los conocimientos, experiencias y valores necesarios para mi desarrollo profesional. A mi familia, por estar siempre a mi lado, por creer en mí incluso en los momentos de mayor dificultad y por brindarme amor, apoyo y motivación constante. A mi tutora de tesis, Mgs. Eliana Martínez, por su guía, apoyo, paciencia y dedicación a lo largo de este proceso investigativo. Su orientación, conocimientos y constante motivación fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

Kerly Graciela Ashqui Agualsaca

ÍNDICE GENERAL:

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	16
Micosis vaginal o candidiasis vulvovaginal	16
Manifestaciones clínicas.....	17
Clasificación	18
Agentes Etiológicos.....	18
Diagnóstico de Laboratorio Convencional	21
Métodos convencionales de diagnóstico	21
Examen Directo y Tinción.....	21
Cultivo microbiológico.....	22
Limitaciones de los Métodos Convencionales	23
Técnicas moleculares.....	23
Comparaciones técnicas moleculares frente a los métodos convencionales	23
Sensibilidad y especificidad de las técnicas moleculares	24
Técnicas moleculares aplicadas al diagnóstico de micosis vaginal.....	24
Otras técnicas moleculares de identificación	26
Identificación molecular de <i>Cándida</i> spp.....	26
Ventajas y Desventajas de las Técnicas Moleculares.....	28
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Características microbiológicas y relevancia epidemiológica de la micosis vaginal	35
Tabla 2. Análisis comparativo de fundamentos, rapidez y precisión entre técnicas moleculares y métodos tradicionales para el diagnóstico de micosis vaginal	42

RESUMEN

Las infecciones fúngicas del tracto genital femenino, conocidas como micosis vaginales, representan un desafío clínico creciente debido a la aparición de especies con resistencia a los tratamientos convencionales. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el uso de las técnicas moleculares en el diagnóstico de micosis vaginal, mediante la revisión de fuentes bibliográficas actualizadas, para determinar su utilidad en la detección precisa y eficaz de esta infección. El estudio posee un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo, documental-no experimental, retrospectivo y de corte transversal. La información se recopiló de bases de datos reconocidas como PubMed, MDPI, SciELO, Redalyc y Google Académico, partiendo de una población de 120 documentos para seleccionar una muestra final de 31 artículos científicos que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. A través del análisis y discusión, se identificó que, aunque *Cándida albicans* sigue siendo el agente predominante, existe un incremento significativo de especies no-albicans como *C. glabrata* y *C. tropicalis*, cuya identificación exacta solo es posible mediante herramientas genómicas. Asimismo, se determinó que las técnicas moleculares, como la PCR en tiempo real y multiplex, ofrecen una sensibilidad superior al 90%, superando ampliamente la capacidad diagnóstica de los métodos tradicionales y reduciendo el tiempo de respuesta de días a solo 2 a 4 horas. Estos resultados subrayan que la implementación de diagnósticos moleculares es fundamental para optimizar la respuesta diagnóstica y por ende mitigar la recurrencia de la enfermedad

Palabras claves: Micosis vaginal, *Cándida albicans*, técnicas moleculares, PCR en tiempo real, sensibilidad diagnóstica.

ABSTRACT

Fungal infections of the female genital tract, known as vaginal mycoses, represent a growing clinical challenge due to the emergence of species resistant to conventional treatments. This research aimed to evaluate the use of molecular techniques in the diagnosis of vaginal mycosis by reviewing recent bibliographic sources to determine their usefulness in the accurate and effective detection of this infection. The present study was carried out under a qualitative approach, using a descriptive, non-experimental, documentary, retrospective, and cross-sectional design. Information was gathered from databases known for their high reliability, such as PubMed, MDPI, SciELO, Redalyc, and Google Scholar, from which a population of 120 documents was selected, resulting in a final sample of 31 scientific articles that met the inclusion and exclusion criteria. Through discussion of the scientific articles, it was evident that although *Candida albicans* remains the predominant causative agent, there is a significant increase in the presence of non-*albicans* species—notably *C. glabrata* and *C. tropicalis*, whose exact identification is only possible using genomic tools. Furthermore, it was determined that molecular techniques, such as real-time and multiplex PCR, offer a sensitivity greater than 90%, vastly exceeding the diagnostic capacity of traditional methods and reducing turnaround time from days to just 2 to 4 hours. These results indicate that the proper implementation of molecular diagnostics is essential to improve the diagnostic response and, consequently, the ability to combat the recurrence of vaginal mycosis.

Keywords: Vaginal mycosis, *Candida albicans*, molecular techniques, real-time PCR, diagnostic sensitivity, non-*albicans* species.



Reviewed by:
Jenny Alexandra Freire Rivera, M.Ed.
ENGLISH PROFESSOR
ID No.: 0604235036

CAPÍTULO I. INTRODUCCION

Las infecciones causadas por levaduras constituyen una micosis, siendo las especies del género *Cándida* las principales responsables. Este tipo de levaduras habitan de manera natural en el organismo y en el entorno, integrándose al microbioma sin provocar alteraciones mientras se mantengan en equilibrio. Sin embargo, cuando el sistema inmunitario se debilita o se alteran, las condiciones del entorno vaginal favorecen la proliferación de esta levadura y producen infecciones ¹.

A pesar de que múltiples mujeres que sufren infecciones presentan cierta a sintomatología o este cuadro puede estar presente pero no aparecer con claridad, en el resto de las ocasiones, la infección provoca un efecto en la mucosa vaginal y vulvar que va acompañada de toda una serie de síntomas. El prurito vaginal, que puede variar en su intensidad, es el síntoma más específico de la candidiasis vulvovaginal. Además, algunas pacientes pueden presentar dolor vaginal, inflamación, disuria o un aumento del flujo vaginal. Estos síntomas se originan por la inflamación local desencadenado por el crecimiento excesivo de *Cándida*, el cual altera el equilibrio del microbiota y afecta directamente los tejidos de la vagina y la vulva ².

De igual manera, cada año, la candidiasis vulvovaginal según Nyirjesy et al.², afecta a aproximadamente 138 millones de mujeres en el mundo, y en torno a 500 millones padecerán candidiasis vulvovaginal en algún momento a lo largo de su vida. Así mismo Nyirjesy et al.², menciona que la prevalencia mundial se estima en 3871 casos por cada 100 000 mujeres: aproximadamente 372 millones de mujeres padecen candidiasis vulvovaginal recurrente (CVVR), siendo más frecuente entre las personas de 25 a 34 años ².

A nivel mundial Calvo et al.³, estima que entre el 70 y el 75% de las mujeres sufren al menos un episodio de candidiasis vaginal solicitando asistencia médica a lo largo de su vida, así como que aproximadamente entre el 40 y el 50% llegan a experimentar recurrencias. La infección tiene una incidencia más elevada en mujeres en edad reproductiva y durante el periodo de embarazo. Entre mujeres universitarias, cerca del 55% reporta haber tenido un episodio antes de los 25 años. Además, Calvo et al.³, menciona que hasta un 9% de las mujeres en distintas poblaciones sufren más de tres episodios en un mismo año, lo que se clasifica como candidiasis vulvovaginal recurrente (CVVR) ³.

En América Latina se han registrado diferencias notables en la presentación y distribución de la candidiasis vulvovaginal, especie responsable de la mayoría de los casos confirmados, con prevalencias que según Willems et al.⁴, generalmente oscilan entre el 20% y el 40% en mujeres con síntomas compatibles de infección vaginal. Sin embargo, las tasas reportadas no son uniformes en todos los países, ya que pueden fluctuar por la influencia de factores ambientales, climáticos y socioeconómicos propios de América Latina, además de los patrones de automedicación y las diferencias en el acceso a métodos diagnósticos⁴.

En los Estados Unidos, la candidiasis vulvovaginal es la segunda causa de infecciones vaginales más frecuentemente diagnosticadas en la práctica clínica, lo cual Nyirjesy et al.², sugiere que afecta a un 70-75% de las mujeres a lo largo de su vida, y ocasionando aproximadamente 1,4 millones de consultas ambulatorias cada año. La mayor parte de las mujeres con candidiasis vaginal son asintomáticas, pero muchas presentan prurito vaginal de diferente grado de severidad, que es el síntoma más representativo de esta patología².

En Ecuador, según un estudio prospectivo realizado con 195 mujeres sintomáticas, la prevalencia de candidiasis vulvovaginal (VVC) según Bowen et al.⁵, fue del 36,4%, de los cuales el 28,7% correspondieron a episodios agudos y el 7,7% a infecciones recurrentes. Además, de los aislamientos de *Cándida* encontrados, Bowen et al.⁵, mencionó que el 80,3% de los episodios agudos fue causado por *Cándida albicans*.

En Riobamba se demostró que la campaña acerca del Papanicolaou revela que la micosis vaginal continúa siendo un hallazgo importante, ya que para Bowen et al.⁵, el 7% de las mujeres presentó infección por hongos. Aunque su frecuencia fue menor que la de otros agentes, este porcentaje demuestra que las infecciones micóticas son todavía una temática presente en la salud vaginal de las mujeres⁵.

Las infecciones vulvovaginales representan una de las consultas ginecológicas más recurrentes a nivel mundial, comprometiendo significativamente la calidad de vida de las mujeres en edad fértil, siendo el origen fúngico, principalmente la candidiasis vulvovaginal, el agente infeccioso más común con una alta prevalencia acumulada.

El abordaje diagnóstico convencional tiene importantes limitaciones técnicas ya que se basa sobre todo en la evaluación clínica, pero también en métodos clásicos como son el examen directo o el cultivo micológico que son herramientas útiles de diagnóstico pero que son muy

susceptibles al operador, poseen una sensibilidad muy variable o requieren tiempos de incubación suficientemente largos como para tener retrasos en la confirmación etiológica.

Los diagnósticos básicos presentan grandes limitaciones que resultan incompatibles frente a la alerta epidemiológica de *Cándida auris* (MSP, 2024)⁶, y el Plan Estratégico de las ITS 2023-2025⁷. Ambos establecen la importancia de identificar cepas fúngicas resistentes, un proceso que resulta imposible mediante la microscopía habitual. Esta deficiencia técnica incumple la "calidad y oportunidad" exigidos por el Plan Decenal 2022-2031⁸, sirviendo como prueba evidente de la necesidad de incorporar técnicas moleculares para ofrecer la precisión diagnóstica que demandan la reglamentación sanitaria vigente.

En consecuencia, la falta de rapidez y precisión suele conducir a tratamientos empíricos que muchas veces no son efectivos, lo que favorece la recurrencia de la infección y el aumento de la resistencia a los antifúngicos. Esta situación evidencia la necesidad de incorporar tecnologías diagnósticas más modernas que permitan un manejo más adecuado de la paciente.

Con respecto a la realidad clínica y epidemiológica, se formula la siguiente interrogante de investigación: ¿Cuáles son las técnicas moleculares que permiten realizar un diagnóstico precoz, sensible y específico de los agentes etiológicos de las micosis vaginales?

Las técnicas moleculares contribuyen proporcionando una precisión diagnóstica superior a través de la detección directa de ácidos nucleicos, lo que permite superar las limitaciones inherentes a la identificación fenotípica de los métodos clásicos como la microscopía y el cultivo. Al no depender de las características morfológicas o metabólicas que a menudo son ambiguas entre especies relacionadas, estas herramientas garantizan una tipificación taxonómica exacta, logrando diferenciar con certeza entre *Cándida albicans* y otras especies no-albicans con perfiles de resistencia intrínseca, así como detectar coinfecciones complejas o cargas fúngicas bajas que pasarían desapercibidas en un examen convencional.

Las metodologías moleculares aportan mayor rapidez al proceso clínico al eliminar los largos tiempos de incubación que requieren los cultivos micológicos, reduciendo el tiempo de respuesta de varios días a pocas horas. Esta rapidez revoluciona el manejo de la enfermedad, ya que mediante la ayuda de estas técnicas de laboratorio es posible tomar decisiones terapéuticas oportunas basadas en evidencia, lo que además tiene la consecuencia

directa de disminuir la tasa de tratamientos empíricos inadecuados, disminuir la frecuencia de recidivas por medicación inadecuada y mejorar el uso de los recursos sanitarios al controlar la resistencia a los antifúngicos.

El análisis del aporte de las técnicas moleculares en el estudio de las micosis vaginales resulta de gran relevancia clínica y académica, al tratarse de una afección de alta prevalencia que afecta la salud ginecológica de millones de mujeres y que, frecuentemente, es subdiagnosticada. Esto es importante porque complementa el planteo diagnóstico de las micosis vaginales, reduce la incertidumbre clínica, afina el momento de selección del tratamiento e incide en la reducción de la frecuencia de infecciones repetidas y, a su vez, potencia la innovación científica y la actualización de la tecnología terapéutica en el ámbito de la microbiología clínica y ginecológica.

Es así, que el presente estudio tiene como objetivo general de evaluar el uso de las técnicas moleculares en el diagnóstico de micosis vaginal, mediante la revisión de fuentes bibliográficas actualizadas, para determinar su utilidad en la detección precisa y eficaz de esta infección, planteándose los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar las principales especies fúngicas responsables de micosis vaginal, del género *Cándida*, mediante técnicas moleculares específicas para un diagnóstico oportuno.
2. Distinguir la sensibilidad y especificidad de las pruebas moleculares en el diagnóstico de micosis vaginal, determinando su eficacia diagnóstica.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Las infecciones por hongos conocidas como micosis o candidiasis son el resultado de levaduras pertenecientes al género *Cándida*. Estos hongos residen dentro de nuestro cuerpo de forma natural junto con otros microorganismos, y por lo general no causan problemas. Sin embargo, en circunstancias en las que el sistema inmunitario se ve comprometido o alterado por factores como cambios hormonales, ingesta de medicamentos o causas similares, el crecimiento excesivo de levadura se vuelve posible y puede provocar infecciones⁹.

Algunos tipos frecuentes de estas infecciones son las candidiasis vaginales, que afecta la zona vaginal; la candidiasis oral, que afecta la garganta y la boca; y la candidiasis invasiva, que es capaz de dañar cualquier órgano interno⁹.

Micosis vaginal o candidiasis vulvovaginal

La candidiasis vulvovaginal (CVV) es una infección que presenta un impacto a nivel de la mucosa vaginal y de la zona vulvar. Esta infección está producida por levaduras del género *Cándida*, siendo *Cándida albicans* la más frecuentemente aislada y la que se asocia con la infección. Este hongo, a su vez, se caracteriza por ser dimórfico al poder encontrarse bajo forma de hongo levaduriforme y forma micelial, lo que contribuye a su capacidad para adherirse al epitelio vaginal y hacerle frente. Bajo condiciones fisiológicas normales, es un elemento más del microbiota vaginal como microorganismo comensal, en un equilibrio con el resto de sus componentes que son la flora vaginal, sobre todo los lactobacilos. No obstante, cuando este equilibrio se altera, el crecimiento excesivo del hongo puede desencadenar un proceso infeccioso, convirtiendo a la candidiasis vulvovaginal en una de las patologías ginecológicas más frecuentes a nivel mundial¹⁰.

Desde el punto de vista epidemiológico, la candidiasis vulvovaginal afecta principalmente a mujeres en edad reproductiva, a partir del inicio de la pubertad, etapa en la cual los cambios hormonales favorecen la colonización vaginal por *Cándida*. Se estima que aproximadamente el 75% de las mujeres experimentará al menos un episodio de candidiasis vulvovaginal a lo largo de su vida, mientras que un porcentaje significativo presentará recurrencias. Factores como el embarazo, el uso prolongado de antibióticos, anticonceptivos hormonales, diabetes mellitus, inmunosupresión y hábitos higiénicos inadecuados se han identificado como

elementos predisponentes para el desarrollo de esta infección, lo que refuerza su relevancia clínica y epidemiológica ¹⁰.

Manifestaciones clínicas.

El diagnóstico clínico de la candidiasis vulvovaginal se realiza inicialmente de manera presuntiva, basándose en la evaluación de los signos inflamatorios observados durante el examen ginecológico y en la sintomatología descrita por la paciente. El síntoma más frecuente es el prurito vulvar, el cual puede variar desde leve hasta intenso y llegar a interferir significativamente con la calidad de vida de la mujer. Este prurito suele intensificarse durante la fase lútea tardía del ciclo menstrual, debido a la influencia de las hormonas sexuales sobre el epitelio vaginal, las cuales pueden favorecer la proliferación del hongo y aumentar la respuesta inflamatoria local ³.

En el examen físico con espéculo, se encuentra con frecuencia eritematoso y edematosa en la mucosa vaginal y vulvar, así como, en algunos casos, excoriaciones, fisuras o ardor y disuria externa como consecuencia del rascado habitual. La exploración física pone de manifiesto la solución de continuidad que se puede encontrar, es a su vez un hallazgo de tipo clínico muy característico de vagina con leucorrea, que muchas veces se aprecia como una secreción vaginal de tipo blanquecina, espesa y grumosa con apariencia de como "requesón" o leche cortada. Esta secreción suele ser inodora, adherente a las paredes vaginales y se asocia a un pH vaginal ácido, generalmente inferior a 4,5. Estas características clínicas permiten orientar el diagnóstico y diferenciar la candidiasis vulvovaginal de otras infecciones vaginales, como la vaginosis bacteriana o la tricomoniasis, las cuales presentan un pH elevado y características distintas de la secreción ³.

A pesar de la presencia de signos clínicos relativamente característicos, múltiples estudios han demostrado que el diagnóstico basado exclusivamente en la clínica presenta una tasa de error cercana al 35%. Esto se debe a que los síntomas de la candidiasis vulvovaginal son inespecíficos y pueden superponerse con otras entidades, como vulvovaginitis bacterianas, infecciones mixtas, dermatitis de contacto o reacciones alérgicas. Esta limitada especificidad del diagnóstico clínico resalta la importancia de la confirmación microbiológica mediante métodos de laboratorio, con el fin de establecer un diagnóstico certero, evitar tratamientos empíricos innecesarios y reducir el riesgo de resistencia antifúngica, aspecto de especial relevancia en el contexto actual ³.

Clasificación

Desde una perspectiva clínica y terapéutica, la candidiasis vulvovaginal se clasifica en dos grandes categorías, lo que permite orientar de manera más adecuada el manejo de la paciente y la selección del tratamiento antifúngico:

- **Candidiasis vulvovaginal no complicada**

Corresponde a episodios esporádicos, con sintomatología leve a moderada, ocasionados generalmente por *Cándida albicans* en mujeres inmunocompetentes y sin comorbilidades relevantes. Estos casos suelen responder de manera favorable a esquemas terapéuticos de corta duración, que incluyen la administración de antifúngicos azoles tópicos u orales, como el fluconazol, en dosis única o en tratamientos de 3 a 7 días¹⁰.

- **Candidiasis vulvovaginal complicada o recurrente**

Se define por la presencia de cuatro o más episodios en un período de doce meses, por infecciones de presentación clínica severa o por aquellas causadas por especies de *Cándida no-albicans*, las cuales suelen mostrar una menor sensibilidad a los antifúngicos convencionales. Este tipo de infección representa un mayor desafío terapéutico y requiere un abordaje más prolongado, que incluye una fase inicial de tratamiento de 10 a 14 días, seguida en muchos casos de un régimen de mantenimiento o supresión a largo plazo. La correcta identificación del agente etiológico resulta fundamental en estos casos, lo que justifica la necesidad de métodos diagnósticos más precisos, como las técnicas moleculares, para optimizar el tratamiento y prevenir recurrencias¹⁰.

Agentes Etiológicos

El género *Cándida* constituye el principal agente etiológico de las micosis vaginales. Estas levaduras forman parte de la microbiota vaginal comensal en un porcentaje significativo de mujeres sanas; sin embargo, su transición de comensal a patógeno oportunista se encuentra estrechamente relacionada con factores del huésped y del entorno vaginal. Entre los factores predisponentes más relevantes se encuentran las alteraciones hormonales, el uso prolongado de antibióticos de amplio espectro, la diabetes mellitus, la inmunosupresión y los cambios en la composición de la microbiota vaginal³.

Diversos estudios han demostrado que los niveles elevados de estrógenos, como los observados durante el embarazo o el uso de anticonceptivos hormonales, incrementan el depósito de glucógeno en el epitelio vaginal. Este glucógeno es metabolizado por los lactobacilos y por *Cándida*, generando un ambiente ácido ($\text{pH} \leq 4,5$) que, aunque inhibe a muchos patógenos bacterianos, resulta favorable para la proliferación y actividad metabólica de las levaduras del género *Cándida*, facilitando su adherencia y colonización del epitelio vaginal³.

Cándida albicans

Cándida albicans es responsable de aproximadamente el 80% al 90% de los episodios agudos de candidiasis vulvovaginal. Su elevada prevalencia se explica por su notable plasticidad fenotípica y su capacidad para expresar múltiples factores de virulencia. Entre estos, destaca su dimorfismo fúngico, que le permite alternar entre una forma de levadura comensal (blastoconidia) y una forma filamentosa invasiva (hifas y pseudohifas), asociada a la penetración del epitelio vaginal y al daño tisular¹¹.

En la patogénesis de la candidiasis vulvovaginal, *C. albicans* produce una serie de enzimas hidrolíticas, como proteasas y fosfolipasas, que facilitan la degradación de la barrera epitelial. Adicionalmente, secreta candidalisina, una toxina peptídica citolítica que induce daño directo en las células epiteliales vaginales. Este daño activa el inflammasoma NLRP3, promoviendo una intensa respuesta inflamatoria mediada por neutrófilos. Sin embargo, esta respuesta inmune resulta ineficaz para eliminar completamente al hongo y contribuye de manera significativa a la inflamación local y a la aparición de los síntomas clínicos característicos de la infección¹¹.

Cándida No-albicans

En la última década se ha observado un cambio epidemiológico relevante, con un incremento progresivo de las infecciones causadas por especies de *Cándida no-albicans* (NAC), las cuales pueden representar hasta el 30% de los casos, particularmente en infecciones recurrentes o refractarias al tratamiento. Estas especies constituyen un desafío diagnóstico y terapéutico debido a sus distintos mecanismos de virulencia y a sus perfiles de resistencia antifúngica, lo que resalta la necesidad de una identificación etiológica precisa³.

- ***Cándida glabrata***

Es la segunda especie aislada con mayor frecuencia. Se diferencia de *C. albicans* por ser una levadura haploide y monomórfica, que no forma hifas ni pseudohifas. Esta característica le permite evadir parcialmente la respuesta inmune del huésped y generar infecciones con menor daño estructural inicial, pero de curso persistente. Su relevancia clínica radica en su baja sensibilidad intrínseca a los azoles, especialmente al fluconazol, así como en su capacidad para desarrollar resistencia adquirida mediante la sobreexpresión de bombas de eflujo³.

- ***Cándida tropicalis***

Se ha consolidado como un patógeno emergente en casos complicados y recurrentes, frecuentemente asociado a cuadros de mayor severidad clínica. Destaca por su elevada virulencia y por su capacidad para formar biopelículas densas, las cuales confieren una notable protección frente a los antifúngicos. Estas características dificultan la erradicación del microorganismo y favorecen la recurrencia, incluso en pacientes sin inmunosupresión sistémica evidente³.

- ***Cándida parapsilosis***

Esta especie se asocia comúnmente al uso de dispositivos exógenos, instrumentación ginecológica y materiales sintéticos. Posee una marcada capacidad de adhesión a superficies abióticas y forma biopelículas delgadas pero resistentes, lo que facilita su persistencia y su transmisión en entornos clínicos, especialmente en pacientes con antecedentes de manipulación ginecológica³.

- ***Cándida krusei***

Aunque su frecuencia es menor, reviste especial importancia clínica debido a su resistencia intrínseca al fluconazol. Su identificación precisa es fundamental, ya que el tratamiento empírico estándar con azoles resulta ineficaz, siendo necesario el uso de terapias alternativas como equinocandinas o ácido bórico³.

Otros Hongos Levaduriformes

De manera excepcional, en menos del 1% de los casos de vaginitis, se han identificado levaduras distintas al género *Cándida*, entre las que destacan *Saccharomyces cerevisiae* y *Cryptococcus spp.* Estas infecciones suelen estar asociadas a factores predisponentes específicos, como el uso de probióticos, la exposición ocupacional o la inmunosupresión, y pueden presentar manifestaciones clínicas similares a la candidiasis vulvovaginal clásica¹¹.

La morfológica de estas levaduras presentes en relación con el género *Cándida* en el examen microscópico directo impide el correcto diagnóstico diferencial y puede generar tratamientos inadecuados que perpetúen los síntomas. Además, estos microorganismos presentan perfiles de sensibilidad antifúngica que son distintos, de ahí que necesiten ser correctamente identificados por cultivo o por técnicas moleculares. En este sentido, los métodos moleculares nos permiten una detección rápida y precisa que permitirá un mejor y más ajustado manejo terapéutico¹¹.

Diagnóstico de Laboratorio Convencional

El laboratorio clínico realiza una función imprescindible en la confirmación etiológica de la vaginitis, ya que permite objetivar el diagnóstico que, al estar únicamente basado en la clínica, soportes morfológicos e interpretaciones, suele carecer de la especificidad necesaria. Su objetivo será fundamentalmente confirmar la presencia de levaduras, intentar estimar la carga fúngica y en casos complejos la especie responsable para tratarla con la terapia específica correspondiente.

Métodos convencionales de diagnóstico

Examen Directo y Tinción

- **Montaje Húmedo (Examen en Fresco con KOH):**

El examen microscópico directo mediante montaje húmedo con hidróxido de potasio (KOH) al 10% es una de las pruebas iniciales más utilizadas en la práctica clínica debido a su bajo costo y rápida ejecución. Esta técnica consiste en mezclar una muestra de secreción vaginal con KOH, el cual disuelve el material celular del huésped, como células epiteliales y eritrocitos, facilitando la visualización de las estructuras fúngicas³.

Al examen microscópico, es posible identificar blastosporas, pseudohifas o hifas verdaderas características de *Cándida*. No obstante, su sensibilidad es limitada, oscilando entre el 40% y el 60%, y depende en gran medida de la experiencia del operador y de la carga fúngica presente en la muestra. En casos de infecciones leves, recurrentes o mixtas, esta técnica puede arrojar resultados falsamente negativos³.

- **Tinción de Gram:**

La tinción de Gram constituye una alternativa diagnóstica con mayor sensibilidad en comparación con el examen en fresco. En los extendidos fijados, las levaduras de

Cándida se observan como estructuras ovoides Gram-positivas, de coloración violeta intensa, permitiendo una mejor diferenciación de las pseudohifas respecto a la flora bacteriana vaginal acompañante ¹².

Además de facilitar la detección de levaduras, la tinción de Gram permite evaluar el equilibrio de la microbiota vaginal y detectar coinfecciones, como la vaginosis bacteriana, mediante la aplicación de criterios semicuantitativos como el puntaje de Nugent. Sin embargo, al igual que el examen directo, no permite una identificación precisa a nivel de especie ¹².

Cultivo microbiológico

El cultivo fúngico es considerado el método de referencia para el diagnóstico microbiológico de la candidiasis vulvovaginal y resulta indispensable en casos de infección recurrente, complicada o con sospecha de resistencia antifúngica.

- **Agar Sabouraud Dextrosa (SDA):**

El agar Sabouraud dextrosa es el medio de cultivo primario clásico para el aislamiento de *Cándida* spp. Permite el crecimiento de colonias características de aspecto cremoso, blanco y liso tras 24 a 48 horas de incubación. Si bien confirma la presencia de levaduras viables, su principal limitación es la incapacidad de diferenciar visualmente entre las distintas especies de *Cándida*, lo que obliga a la realización de pruebas fenotípicas o bioquímicas adicionales ³.

- **Medios Cromogénicos (CHROMagar *Cándida*):**

Los medios cromogénicos constituyen un gran progreso respecto al diagnóstico tradicional. Estos medios cromogénicos contienen sustratos enzimáticos específicos que van a reaccionar frente a las enzimas propias de determinadas especies de *Cándida* y esto produce colonias de un determinado color. De este modo se logra una rápida identificación presuntiva: *C. albicans* (verde), *C. tropicalis* (azul metálico) y *C. krusei* (rosa o fucsia) ³.

Otra de las ventajas de estos medios es que permiten detectar las infecciones mixtas o polimicrobianas y que pueden no ser evidenciadas en los medios de cultivo convencionales, lo que permite una mejor orientación inicial clínica o terapéutica ³.

Limitaciones de los Métodos Convencionales

A pesar de su uso generalizado, presentan limitaciones de importancia. Los cultivos requieren tiempos de incubación prolongados, hasta 72 horas para el diagnóstico definitivo y retrasan la instauración de una terapia dirigida; además, tanto la identificación fenotípica como la bioquímica presentan fallas en la identificación de especies que son filogenéticamente cercanas o son crípticas y también fallan en la detección de diversos mecanismos de resistencia antifúngica específicos.

Técnicas moleculares

Las técnicas moleculares se definen como el conjunto de metodologías analíticas que permiten la detección, amplificación, identificación y secuenciación de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) con fines diagnósticos, epidemiológicos y taxonómicos. En el campo del diagnóstico microbiológico, estas herramientas han representado un avance significativo, ya que permiten identificar microorganismos de manera directa y precisa a partir de muestras clínicas, independientemente de su viabilidad o estado metabólico ¹³.

En el diagnóstico de infecciones por hongos de levaduras del género *Cándida*, las técnicas moleculares han ido poco a poco dando paso a las tradicionales basadas en características puramente fenotípicas y/o bioquímicas, y han pretendido dar cuenta de una caracterización genotípica certera, lo que resulta ser especialmente importante teniendo en cuenta la plasticidad genética de algunas especies de *Cándida*, las cuales pueden mostrar variaciones fenotípicas que interfieren con su identificación por métodos convencionales. Estas técnicas están basadas en la detección de secuencias genéticas conservadas, como las del ADN ribosómico, que actuaron como marcadores moleculares estables y específicos ¹³.

Comparaciones técnicas moleculares frente a los métodos convencionales

En relación con los métodos de diagnóstico convencionales (examen microscópico directo, cultivo y pruebas bioquímicas), las técnicas moleculares tienen la ventaja de ser más rápidas, sensibles y específicas (esto permite obtener resultados fiables en menor tiempo) ¹⁴.

Mientras que el cultivo microbiológico puede requerir varios días para el crecimiento e identificación del hongo, las técnicas moleculares permiten la detección del agente etiológico en pocas horas. Asimismo, estas metodologías posibilitan la identificación de especies crípticas o filogenéticamente cercanas que no pueden diferenciarse mediante

pruebas fenotípicas tradicionales. Otra ventaja importante es su capacidad para detectar infecciones en muestras con baja carga fúngica o en pacientes que han iniciado tratamiento antifúngico, situaciones en las que los métodos convencionales pueden arrojar resultados falsamente negativos ¹⁴.

Sensibilidad y especificidad de las técnicas moleculares

La elevada sensibilidad y especificidad de las técnicas moleculares se debe a su capacidad para amplificar regiones genéticas altamente conservadas y específicas del microorganismo de interés. En el caso de *Cándida* spp, las regiones más utilizadas incluyen los espaciadores transcritos internos (ITS1 e ITS2) del ADN ribosomal y los dominios D1/D2 de la subunidad grande (28S), los cuales permiten una discriminación precisa a nivel de especie.

Estas características hacen que las técnicas moleculares sean herramientas altamente confiables en el diagnóstico microbiológico, reduciendo significativamente los errores de identificación y mejorando la toma de decisiones clínicas, especialmente en infecciones recurrentes o complicadas.

Técnicas moleculares aplicadas al diagnóstico de micosis vaginal

Extracción de Ácidos Nucleicos

La extracción de ácidos nucleicos constituye un paso fundamental y previo a la aplicación de cualquier técnica molecular. En el caso de las levaduras del género *Cándida*, este proceso resulta particularmente complejo debido a la estructura rígida de su pared celular, rica en quitina y manoproteínas que actúan como una barrera física robusta ¹⁵.

Por ello, se requiere la aplicación de métodos de lisis eficientes, que pueden ser mecánicos como la agitación con perlas o bead-beating, enzimáticos o químicos, con el fin de romper esta matriz celular y liberar el material genético con adecuada pureza. Una extracción eficiente no solo debe maximizar el rendimiento, sino también eliminar inhibidores de la polimerasa presentes en muestras biológicas, lo que garantiza la calidad del ADN obtenido y, por ende, el éxito de las etapas posteriores de amplificación e identificación molecular, reduciendo drásticamente el riesgo de resultados falsos negativos ¹⁵.

Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) es una de las técnicas moleculares más usadas en el diagnóstico de micosis vaginal, por su alta sensibilidad y especificidad. A su vez, la PCR no sólo tiene una función de amplificación, sino que es una herramienta de identificación molecular en sí misma, ya que busca secuencias genéticas específicas de cada especie ¹⁶.

- **Reacción en cadena de la polimerasa convencional (PCR convencional)**

La PCR convencional permite la amplificación de regiones genéticas específicas, siendo las más empleadas para *Cándida* spp. las regiones ITS1 e ITS2 del ADN ribosomal, así como los dominios D1/D2 de la subunidad 28S. Los productos amplificados, conocidos como amplicones, se separan mediante electroforesis en gel, permitiendo la diferenciación de especies según el tamaño de los fragmentos obtenidos. Esta técnica constituye una herramienta eficaz para la identificación inicial del agente etiológico en casos de candidiasis vaginal ¹⁶.

- **Reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (qPCR)**

La PCR en tiempo real o PCR cuantitativa (qPCR) permite la detección y cuantificación del ADN fúngico en tiempo real mediante el uso de fluorocromos como SYBR Green o sondas específicas tipo TaqMan. Su principal ventaja radica en la posibilidad de determinar la carga fúngica presente en la muestra clínica. En el contexto ginecológico, esta característica resulta fundamental para diferenciar entre colonización vaginal, frecuente en mujeres sanas, e infección activa, estableciendo valores umbral (Ct) que contribuyen a evitar el sobrediagnóstico y el uso innecesario de tratamientos antifúngicos ¹⁷.

- **Reacción en cadena de la polimerasa multiplex (PCR multiplex)**

La PCR multiplex es una variante que utiliza múltiples pares de cebadores en una sola reacción, permitiendo la detección simultánea de varios patógenos. Esta técnica es especialmente útil en el diagnóstico de infecciones vaginales polimicrobianas, donde pueden coexistir diferentes especies de *Cándida* junto con otros microorganismos asociados a vaginitis. Los paneles multiplex actualmente disponibles permiten identificar múltiples patógenos ginecológicos en una sola corrida, optimizando el tiempo de diagnóstico y facilitando el abordaje clínico de casos recurrentes o de etiología mixta ¹⁴.

Otras técnicas moleculares de identificación

Secuenciación de ADN

La secuenciación de ADN, particularmente mediante el método de Sanger aplicado a la región ITS, se considera el estándar de referencia para la identificación definitiva de especies de *Cándida*. Esta técnica permite determinar la secuencia exacta de nucleótidos y compararla con bases de datos genómicas internacionales, como GenBank, alcanzando niveles de certeza cercanos al 99–100%. Su aplicación es esencial en la identificación de especies crípticas o complejos de especies con diferentes perfiles de patogenicidad y respuesta terapéutica¹³.

Hibridación In Situ Fluorescente

La hibridación in situ fluorescente (FISH) representa una técnica de diagnóstico rápido que permite la detección directa de levaduras en la muestra clínica sin necesidad de cultivo previo. Mediante el uso de sondas específicas marcadas con fluorocromos, dirigidas al ARN ribosomal de *Cándida* spp., es posible visualizar las levaduras al microscopio en un corto período de tiempo. Esta técnica ofrece una alternativa rápida y específica para la identificación de especies en el diagnóstico de micosis vaginal¹².

Identificación molecular de *Cándida* spp

Detección específica de especies de *Cándida*

La identificación molecular de *Cándida* spp. se centra en la detección de secuencias genéticas específicas que permiten discriminar con alta precisión entre las distintas especies del género. A diferencia de los métodos fenotípicos tradicionales como la observación microscópica, el cultivo y las pruebas bioquímicas que pueden verse afectados por variaciones morfológicas o metabólicas, las técnicas moleculares ofrecen una identificación directa y objetiva basada en la información genética del microorganismo. Esta aproximación resulta especialmente útil en muestras clínicas con baja carga fúngica, en infecciones mixtas o cuando el crecimiento del hongo es limitado o inexistente en cultivo¹⁸.

Los blancos moleculares más utilizados para la identificación de *Cándida* incluyen los espaciadores transcritos internos ITS1 e ITS2 del ADN ribosomal, así como los dominios D1/D2 de la subunidad grande (28S). Estas regiones presentan un equilibrio ideal entre

variabilidad interespecífica y estabilidad intraespecífica, lo que permite diferenciar especies estrechamente relacionadas sin riesgo de errores de clasificación. La amplificación de estas secuencias mediante PCR, seguida de su análisis por electroforesis o secuenciación, posibilita una asignación taxonómica confiable a nivel de especie, constituyendo una herramienta esencial en el diagnóstico etiológico preciso de la micosis vaginal ¹⁸.

Diferenciación entre *Cándida albicans* y especies *Cándida no-albicans*

La diferenciación entre *Cándida albicans* y las especies no-*albicans* representa un aspecto clave del diagnóstico microbiológico, debido a las diferencias existentes en su patogenicidad, evolución clínica y respuesta al tratamiento. *C. albicans* continúa siendo el principal agente etiológico de los episodios agudos de candidiasis vaginal; sin embargo, en los últimos años se ha observado un aumento en la incidencia de especies no-*albicans*, como *C. glabrata*, *C. tropicalis* y *C. parapsilosis*, particularmente en casos recurrentes, persistentes o de respuesta terapéutica insatisfactoria ¹⁶.

Las técnicas moleculares permiten realizar esta diferenciación de forma rápida y precisa, superando las limitaciones de los métodos convencionales, que pueden confundir especies con características fenotípicas similares o requerir pruebas adicionales prolongadas. El uso de PCR con cebadores específicos y la secuenciación de las regiones ITS posibilitan la identificación inequívoca de especies de *Cándida no-albicans* que, en muchos casos, pasan desapercibidas en el examen microscópico directo o son incorrectamente clasificadas en el cultivo convencional. Esta capacidad discriminatoria convierte a las técnicas moleculares en herramientas indispensables para el abordaje diagnóstico de la candidiasis vaginal compleja ¹⁶.

Importancia clínica de la identificación molecular

La identificación molecular de *Cándida* spp. desempeña un papel clave en el diagnóstico de la micosis vaginal al aportar información que no puede obtenerse de manera confiable mediante los métodos convencionales. La determinación precisa de la especie implicada permite establecer con mayor certeza el agente etiológico responsable del cuadro clínico, evitando interpretaciones erróneas basadas únicamente en hallazgos microscópicos o en el crecimiento en cultivo, los cuales no siempre se correlacionan con la sintomatología del paciente ¹⁹.

Desde el punto de vista clínico, la identificación molecular resulta particularmente relevante en situaciones donde el cuadro vaginal no responde al tratamiento antifúngico habitual o presenta recurrencias frecuentes. En estos casos, la participación de especies no-albicans, que pueden mostrar menor susceptibilidad a los azoles comúnmente utilizados, adquiere especial importancia. La detección temprana de estas especies mediante técnicas moleculares permite orientar estrategias terapéuticas más adecuadas y prevenir la prolongación innecesaria de los síntomas. Asimismo, la identificación molecular contribuye a un uso más racional de los antifúngicos, al reducir la dependencia de tratamientos empíricos y favorecer decisiones basadas en evidencia microbiológica específica. De esta manera, estas técnicas no solo mejoran la precisión diagnóstica, sino que también impactan positivamente en el pronóstico clínico y en la calidad de vida de las pacientes con micosis vaginal ¹⁹.

Ventajas y Desventajas de las Técnicas Moleculares

Ventajas

- **Alta sensibilidad y especificidad analítica:**

Las técnicas moleculares, como la PCR convencional y la PCR en tiempo real, presentan un límite de detección significativamente inferior al de los métodos convencionales, siendo capaces de identificar ADN fúngico incluso en muestras con baja carga micótica. Esta característica reduce de manera importante la ocurrencia de falsos negativos, especialmente en pacientes que han recibido tratamiento antifúngico previo o en casos de colonización con sintomatología incipiente. Asimismo, la especificidad de los cebadores dirigidos a regiones genéticas conservadas permite una discriminación precisa entre especies de *Cándida*, evitando errores de identificación entre especies filogenéticamente cercanas ¹³.

- **Reducción del tiempo de respuesta diagnóstica:**

A diferencia del cultivo microbiológico, que puede requerir entre 48 y 72 horas para la identificación definitiva del agente etiológico, las técnicas moleculares permiten obtener resultados en un lapso de pocas horas. Esta optimización del tiempo diagnóstico resulta especialmente relevante en el manejo de la micosis vaginal recurrente o complicada, ya que posibilita una toma de decisiones clínicas más temprana y dirigida, disminuyendo el uso empírico de antifúngicos ¹³.

- **Identificación precisa de especies de *Cándida no-albicans* y detección de infecciones mixtas:**

Las técnicas moleculares permiten identificar especies de *Cándida no-albicans* que frecuentemente pasan desapercibidas mediante métodos convencionales, así como detectar infecciones polimicrobianas en una sola muestra. Esta capacidad resulta fundamental en casos de vaginitis persistente, donde la coexistencia de múltiples especies puede influir en la evolución clínica y en la respuesta al tratamiento ¹⁴.

Desventajas

A pesar de sus múltiples ventajas, la aplicación rutinaria de las técnicas moleculares en el diagnóstico de la micosis vaginal presenta ciertas limitaciones:

- **Costo Elevado:**

La implementación de metodologías moleculares requiere equipamiento especializado, reactivos de alto costo y mantenimiento técnico continuo, lo que limita su disponibilidad en laboratorios clínicos de primer nivel y en contextos con recursos limitados ¹⁹.

- **Requerimientos de infraestructura y personal capacitado:**

Es necesaria la existencia de áreas físicas diferenciadas para las etapas preanalítica y postamplificación, con el fin de evitar contaminaciones cruzadas. Además, el personal debe contar con formación específica en biología molecular para la correcta interpretación de los resultados ¹⁹.

- **Detección de material genético no viable:**

Al detectar material genético y no viabilidad celular, una PCR positiva puede persistir incluso después de un tratamiento exitoso (detectando restos de hongos muertos), lo que puede confundirse con una falla terapéutica si no se correlaciona con la clínica ¹⁹.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.

Según enfoque: El presente trabajo de titulación tuvo un enfoque cualitativo, debido a que la investigación se basó en el análisis e interpretación de información científica recopilada de diversas bases bibliográficas. Estas fuentes abordaron la caracterización microbiológica de la micosis vaginal y la aplicación de técnicas moleculares para su diagnóstico. Al tratarse de un estudio fundamentado en la revisión y análisis de literatura científica, no se emplearon pruebas estadísticas ni análisis numéricos en el procesamiento de los datos.

Tipo de Investigación.

Según el nivel: El estudio fue de tipo descriptivo, ya que se basó en el análisis detallado de datos microbiológicos relacionados con las técnicas de diagnóstico disponibles, mostrando en tablas las características de la información objeto de estudio, en las que se describen la sensibilidad y especificidad de las pruebas moleculares, así como las especies de *Cándida* responsables de micosis vaginal, a partir de datos obtenidos de literatura científica.

Según el diseño: Fue un estudio de carácter documental y no experimental, en el cual los datos se analizaron tal como fueron presentados, sin manipulación de variables, debido a que la investigación se centró en la recopilación y análisis de información extraída de fuentes bibliográficas, artículos científicos y páginas web confiables. La recopilación se fundamentó en fuentes actualizadas y reconocidas para garantizar la validez y relevancia de los datos utilizados en el estudio.

Según la secuencia temporal: Fue de corte transversal, ya que la recopilación y análisis de la información se realizó en un único momento, considerando literatura científica publicada en el periodo comprendido entre 2020 y 2025.

Según la cronología de los hechos: Fue de tipo retrospectivo, ya que se basó en la búsqueda de información que ya había sido previamente publicada por distintos autores en portales científicos confiables, donde no se produjo información original adicional.

Población y muestra.

La población de estudio estuvo constituida por un total de 120 documentos científicos identificados en la búsqueda inicial. Esta población se conformó mediante la utilización de combinaciones de términos de operadores booleanos (AND, OR) y palabras clave como “candidiasis vulvovaginal”, “*Cándida albicans*”, “diagnóstico molecular”, “PCR”, “resistencia antifúngica” y “especies de *Cándida no-albicans*”. La búsqueda inicial abarcó

una revisión amplia en bases de datos reconocidas como: PubMed, MDPI, SciELO, Redalyc, Google Académico, PLOS One y ScienceDirect.

Muestra

Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión pertinentes al tema de estudio, se seleccionó una muestra final de 31 artículos. Este proceso se realizó mediante un muestreo no probabilístico, considerando la relevancia y relación directa de las fuentes con los objetivos de la investigación. De los artículos seleccionados, 17 se utilizaron para el análisis de las especies fúngicas responsables de micosis vaginal y 14 para distinguir la sensibilidad y especificidad de las técnicas moleculares. La distribución aproximada de las fuentes seleccionadas fue: PubMed/PMC (12), MDPI (8), SciELO (5), Redalyc (4) y Google Académico/Otros (5).

Criterios de selección aplicados.

Criterios de inclusión

- Se incluyeron únicamente artículos científicos y documentos publicados en los últimos 10 años (2015-2025).
- Artículos pertinentes enfocados en la caracterización microbiológica de *Cándida* spp. y en la comparación de técnicas moleculares (PCR, qPCR) frente a métodos tradicionales.
- Fuentes primarias que aportan información completa y detallada, que analizan las especies fúngicas más comunes y su resistencia, así como la sensibilidad y especificidad de las pruebas diagnósticas, tal como lo reporta la literatura científica reciente.

Criterios de exclusión

- Aquellos documentos que, presenten el tema de estudio, pero fueron excluidos por encontrarse fuera del periodo de vigencia establecido, por lo que su información se consideró desactualizada para la investigación.
- Artículos cuya relevancia clínica es escasa o que abordaban micosis en otros lugares anatómicos (no vaginales) o bien infecciones por otros hongos (como por ejemplo el *Aspergillus*).

- Artículos que se presentaban con resultados incompletos o metodologías poco claras, lo cual limita la obtención de información suficientemente precisa, para lo que imposibilita la obtención de conclusiones completamente sólidas y confiables.

Métodos de análisis de datos

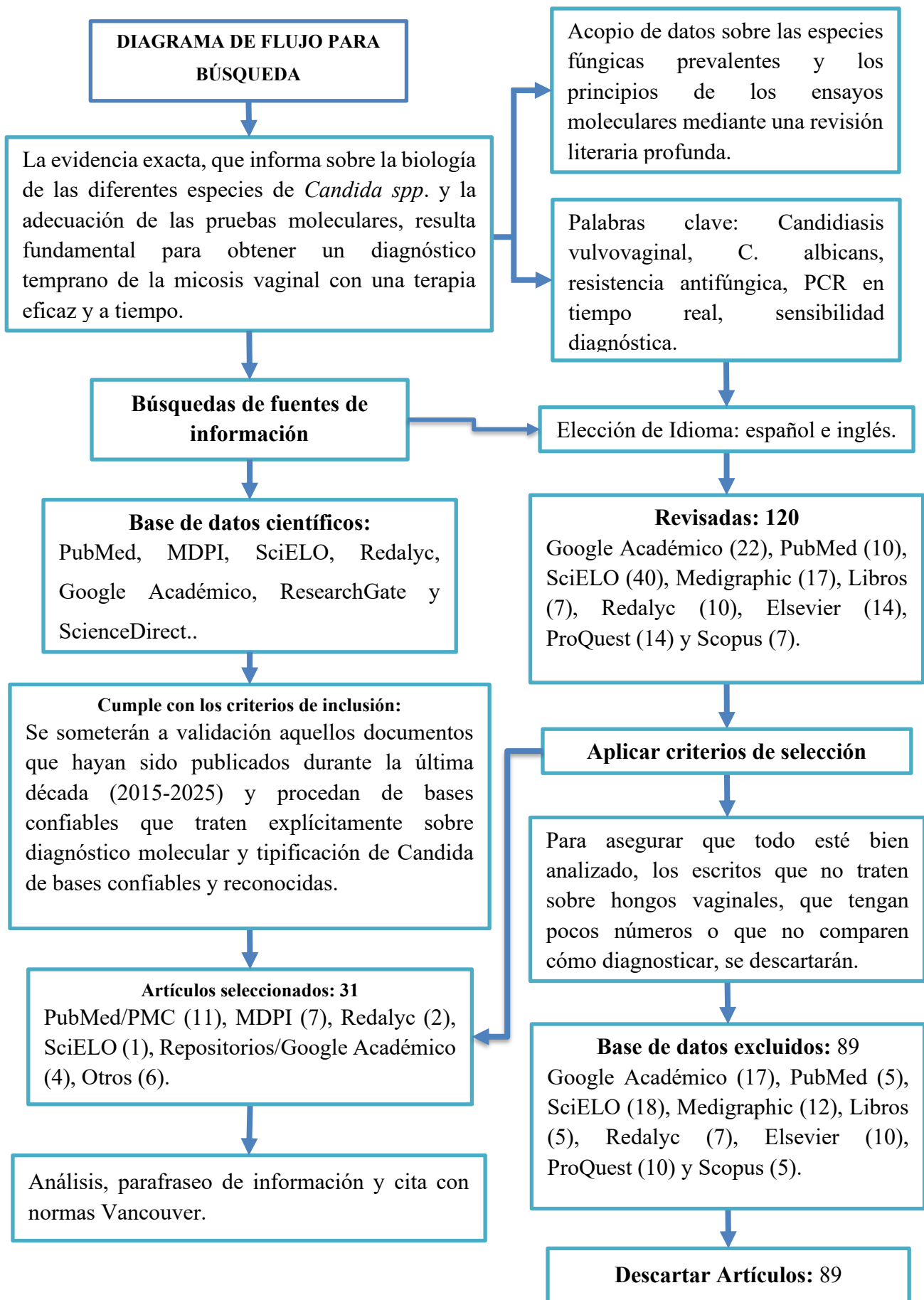
Al tratarse de una investigación de carácter documental y cualitativo, el análisis de la información se realizó mediante la técnica de análisis de contenido y la contrastación teórica. Este método consistió en examinar, comparar e interpretar de manera crítica los hallazgos y metodologías expuestos por los diversos autores respecto al diagnóstico de la micosis vaginal. A partir de esta revisión detallada, la información se sintetizó de forma descriptiva, permitiendo estructurar lógicamente los resultados y dar respuesta directa y fundamentada a los objetivos planteados en el estudio.

Procesamiento de datos

Una vez consolidada la muestra final de 31 artículos, el procesamiento de la información se llevó a cabo mediante la revisión sistemática y la clasificación temática de los documentos. La extracción de datos se enfocó en identificar y agrupar los elementos clave de cada fuente, tales como los autores, el año de publicación, las especies fúngicas abordadas (*Candida* spp.) y los parámetros de sensibilidad y especificidad de las técnicas moleculares. Este procedimiento de selección y organización permitió sistematizar la información más relevante para facilitar su posterior manejo, sin requerir el uso de herramientas estadísticas.

Consideraciones éticas

El proyecto de investigación que a continuación se presenta ha sido realizado de acuerdo con las consideraciones éticas pertinentes, garantizando así, a la vez, la protección de las obras de los distintos autores a partir de la aplicación de las normas de citación que les son pertinentes (Vancouver/APA) y de la utilización responsable de la información científica consultada. Los datos obtenidos en el estudio han sido utilizados única y exclusivamente con objeto de argumentar los objetivos planteados en el presente estudio.



CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se expone el análisis de los resultados obtenidos a partir de los artículos científicos seleccionados, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo de la investigación. Dichos estudios proporcionaron información relevante y datos significativos que contribuyeron a una comprensión más profunda del tema abordado. La revisión detallada de cada uno de ellos permitió obtener una visión más clara de los aspectos esenciales, facilitando así una organización más completa y coherente de los resultados obtenidos mediante la revisión bibliográfica.

La micosis vaginal, comúnmente causada por los géneros *Cándida albicans*, *C. glabrata* y *C. tropicalis*, está catalogada como una de las infecciones ginecológicas más frecuentes en el mundo, de manera que acaba por impactar en gran medida tanto la salud como la calidad de la vida de las mujeres. Las infecciones vaginales por hongos se dan especialmente entre grupos de mujeres con factores predisponentes a padecerlas, aunque la combinación de factores predisponentes que den lugar a una candidiasis o una vaginosis bacteriana es posible independientemente de la infección inicial. De modo que, si las infecciones están mal diagnosticadas, seguirán recayendo e incluso infantilizando al grupo de mujeres afectadas. Todo ello hace necesaria la identificación rápida y precisa del microorganismo patógeno, la aplicación de técnicas moleculares avanzadas servirá para diferenciar las especies crípticas y las características de resistencia a las que tienen acceso los métodos tradicionales de diagnóstico, además de las posibles características de resistencia que queden al margen. La identificación oportuna es beneficiosa tanto para la evolución clínica de la paciente como para la reducción de la morbilidad, y en conjunto, hay que tener en cuenta las formas adecuadas de antifungicidad para evitar el potencial impacto de la resistencia fúngica a la sanidad.

Por lo que, para dar cumplimiento a los objetivos específicos de este estudio, se recopiló y organizó la información más relevante de la literatura científica actualizada, la cual se presenta en las siguientes tablas.

Tabla 1. Especies fúngicas responsables de micosis vaginal con pruebas moleculares.

No.	Autores / Año	Población o Muestra	Técnica / Método	Hallazgos Microbiológicos	Relevancia Clínica
1	Duré et al. ²⁰ , 2024	56 aislamientos de pacientes.	PCR	<ul style="list-style-type: none"> • <i>C. albicans</i> (94,6%) • <i>C. dubliniensis</i> (5,4%). 	<ul style="list-style-type: none"> • Error diagnóstico por similitud. • Sesgo en tasas de resistencia.
2	Ugalde et al. ²¹ , 2022	Revisión de literatura clínica.	Cultivo y Microscopía.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>C. albicans</i> (85-90%) • <i>C. glabrata</i> (10-15%). 	<ul style="list-style-type: none"> • Cronicidad por respuesta del huésped. • Colonización persistente.
3	Rabi et al. ²² , 2021	270 mujeres sudanesas.	Cultivo	<ul style="list-style-type: none"> • <i>C. albicans</i> especie predominante en el 84% de las usuarias de anticonceptivos positivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Anticonceptivos como factor de riesgo. • Requiere vigilancia médica.
4	Rodríguez et al. ²³ , 2022	Mujeres en edad reproductiva.	Examen directo y Cultivo.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>C. albicans</i> (42%), • bacterias <i>Gardnerella</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Infección mixta (Hongo/Bact). • Falla por carga bacteriana.

5	Pineda et al. ²⁴ , 2017	Revisión de estudios regionales.	de Molecular		<ul style="list-style-type: none"> • Predominio de <i>C. albicans</i>, • <i>C. glabrata</i> • <i>C. parapsilosis</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transición a especies resistentes. • Guías clínicas obsoletas.
6	Sahuanay et al. ²⁵ , 2019	160 mujeres en edad fértil.	Método directo y Cultivo.		<ul style="list-style-type: none"> • <i>C. albicans</i> (41.4%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Base epidemiológica local. • Especie dominante confirmada.
7	Kilbas et al. ²⁶ , 2025	Meta-análisis de 20 años.	Pruebas de Susceptibilidad.		<ul style="list-style-type: none"> • <i>C. albicans</i> • <i>C. parapsilosis</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a azoles al alza. • Adaptación por uso de fármacos.
8	Hasanvand et al. ²⁷ , 2017	164 aislamientos vaginales.	PCR-RFLP y Secuenciación.		<ul style="list-style-type: none"> • <i>C. albicans</i> (51.5%), • <i>C. glabrata</i> (20.3%), • <i>C. dubliniensis</i> (1.9%) • <i>C. krusei</i> (3.9%). 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio epidemiológico drástico. • Ineficacia de terapia estándar.
9	Subedi et al. ²⁸ , 2024	Mujeres en Nepal.	Cultivo cromogénico.		<ul style="list-style-type: none"> • <i>C. albicans</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Clima tropical como catalizador.

				<ul style="list-style-type: none"> • Especies <i>Cándida</i> no-<i>albicans</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transmisión por factores ambientales.
10	Shokoohi et al. ²⁹ , 2021	Pacientes con VVC.	PCR específica (Gen HWP1).	<ul style="list-style-type: none"> • <i>C. africana</i> • <i>C. dubliniensis</i> dentro del complejo <i>C. albicans</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Biodiversidad oculta (complejo <i>albicans</i>). • Variedad real subestimada.
11	Song et al. ³⁰ , 2021	Estudio multicéntrico.	MLST (Tipificación).	<ul style="list-style-type: none"> • <i>C. albicans</i> (88.5%) • <i>C. glabrata</i> (6.4%). 	<ul style="list-style-type: none"> • Linajes genéticos graves. • Redes de transmisión locales.
12	Akinosoglu et al. ³¹ , 2024	Cepas resistentes.	Detección molecular.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cándida</i> spp. 	<ul style="list-style-type: none"> • Biopelículas bloquean fármacos. • Causa de infección recurrente.
13	Ionescu et al. ³² , 2024	Muestras clínicas diversas.	MALDI-TOF MS / PCR.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>C. auris</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Alerta: Hongo hospitalario en genitales. • Riesgo de brote comunitario.

14	Hussen et al. ³³ , 2024	Mujeres embarazadas.	Cultivo	<ul style="list-style-type: none"> • <i>C. albicans</i> • <i>No-albicans</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta susceptibilidad gestacional. • Riesgo terapéutico neonatal.
15	Lobo et al. ³⁴ , 2025	Casos recurrentes.	Genotipificación.	<ul style="list-style-type: none"> • Cepas de <i>C. albicans</i> genéticamente idénticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recaída por la misma cepa inicial. • Persistencia en reservorios internos.
16	Aida et al. ³⁵ , 2022	Cepas de <i>C. albicans</i> .	Secuenciación (Gen ERG11).	<ul style="list-style-type: none"> • <i>C. albicans</i> con mutaciones A114S en casos recurrentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vínculo mutación-fracaso clínico. • Base genética de la resistencia.
17	Ali et al. ³⁶ , 2024	Mujeres embarazadas.	Difusión en disco.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>C. albicans</i> (38%) • <i>C. glabrata</i> • <i>C. tropicalis</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • No-albicans sobre promedio global. • Falla en control sanitario regional.

Notas: *C.*: *Cándida*; **VVC**: Candidiasis Vulvovaginal; **PCR**: Reacción en Cadena de la Polimerasa; **PCR-RFLP**: Polimorfismo de Longitud de Fragmentos de Restricción; **MALDI-TOF MS**: Espectrometría de Masas por Ionización Láser Asistida por Matriz y Tiempo de Vuelo; **MLST**: Tipificación de Secuencias Multi-Locus; **Gen ERG11**: Marcador genético de resistencia a antifúngicos; **Gen HWPI1**: Gen de la proteína de la pared de las hifas.

Interpretación

La tabla indica que los agentes microbiológicos identificados con mayor frecuencia en pacientes con micosis vaginal siguen siendo, sobre todo, los del complejo *Cándida*, manteniendo a *Cándida albicans* como la especie principal documentada en la literatura revisada. No obstante, se destaca una presencia significativa y creciente de especies de *Cándida* no-*albicans*, entre ellas *Cándida glabrata*, *Cándida tropicalis* y *Cándida parapsilosis*, así como la identificación precisa de especies crípticas (*Cándida dubliniensis* y *Cándida africana*) gracias a las técnicas moleculares.

Estos agentes presentan características microbiológicas complejas que les confieren una gran dificultad para ser erradicados, que sobre todo están relacionadas con la acción de la formación de biopelículas (el mecanismo de protección) y su capacidad para adquirir mutaciones puntuales como por ejemplo las del gen ERG11 que les confieren resistencia a los fármacos y que les reducen las posibilidades de éxito con los tratamientos azólicos convencionales.

Los estudios observados presentan un comportamiento similar, un aumento de casos recurrentes y resistentes asociado a factores de riesgo como el embarazo y los métodos anticonceptivos; la evidencia es concluyente al reafirmar que la falta de una diferenciación molecular específica está ocultando la verdadera epidemiología local, lo que muestra un aumento problemático de diagnósticos fenotípicos erróneos y la presión selectiva que ayuda a diseminar y persistir en la población cepas con estas características desfavorables.

Discusión

El análisis de la literatura revisada pone de manifiesto una elevada variabilidad en las características microbiológicas de la micosis vaginal, así como una clara evolución. Con todo, se nos presenta una notable coincidencia entre los distintos estudios: la infección, aunque todavía dominada por *Cándida albicans* va transitando a un nuevo escenario, mucho más complicado y reto: el de la multirresistencia y el de especies atípicas.

El principal hallazgo de la revisión es la confirmación de la emergencia de las especies no-*albicans* como agentes etiológicos relevantes. Mientras que la mayoría de los estudios como el de Rabi et al.²², Sahuanay et al.²⁵ y Hussen et al.³³, reportan el claro predominio de *C.*

albicans, cercano al 80% en algunos casos, y según Hasanvand et al. ²⁷ y Ali et al. ³⁶, la evidencia molecular ha permitido documentar la creciente prevalencia de *C. glabrata* y *C. tropicalis*.

Según lo reportado por Hasanvand et al. ²⁷, la frecuencia de especies de *Cándida* no-*albicans* alcanzó el 49% en su estudio, un valor que cambia radicalmente el patrón epidemiológico de la región y demuestra que el tratamiento empírico estándar es ineficaz para casi la mitad de las pacientes. De manera similar, Pineda et al. ²⁴, fortalece esta conclusión al registrar el aumento progresivo de *C. glabrata* y *C. parapsilosis* en Latinoamérica, alertando sobre la necesidad de actualizar los protocolos. Esta tendencia se vincula fuertemente con la edad, ya que Song et al. ³⁰, observó un aumento considerable de *C. glabrata* específicamente en mujeres mayores de 40 años.

La biología molecular es de suma importancia en este campo, lo que supuso una clara mejora en la epidemiología. La identificación de especies crípticas como *C. dubliniensis* y *C. africana* por parte de Duré et al. ²⁰ y Shokoohi et al. ²⁹, respectivamente, muestra que aquellas especies antes asociadas históricamente a *C. albicans* ya están circulando. Esta realidad, en la que el subdiagnóstico es evidente, describe una situación que puede ser muy diferente de la que los casos de prevalencia sólo por cultivo han dado hasta el día de hoy.

Los estudios observados muestran que la persistencia de la micosis no se debe únicamente a la reinfección, sino a las propias características de virulencia que poseen las cepas.

La evidencia más fuerte que se disponía era la relación que podía establecerse entre la infección crónica y los mecanismos de resistencia molecular. De ahí que el estudio desarrollado entre Aida et al. ³⁵, detallase la presencia de mutaciones puntuales en el gen ERG11 en cepas recurrentes de *C. albicans*. Esto ayuda a entender la resistencia de tipo genética de la que se hace eco el fracaso terapéutico. Este hallazgo es importante, dado que establece que la multiresistencia observada desde el in vitro tenía una clara razón de ser molecular.

De manera paralela, Akinosoglu et al. ³¹, y Lobo et al. ³⁴, refuerzan la idea de que la formación de biopelículas es un factor clave en la cronicidad, sirviendo como un escudo protector que reduce la sensibilidad a los antifúngicos. Asimismo, el análisis genético de

Lobo et al.³⁴, concluye que las recaídas se deben a la persistencia de la misma cepa en el huésped (genéticamente idéntica) y no a nuevas infecciones externas.

La literatura estudia los elementos que determinan la alteración de la susceptibilidad y de microbiotipos. El embarazo fue informado como un factor de riesgo alto, encontrando Ali et al.³⁶, y Hussien et al.³³, valores de colonización y resistencia muy altos. El patrón de riesgo asociado va al uso de anticonceptivos, que también es factor de riesgo y fue informado por Rabi et al.²², en una prevalencia del 84%.

Por último, la revisión hace énfasis en la emergencia de patógenos críticos. La descripción de una *Cándida auris*, por Ionescu et al.³², catapultada como amenaza en nuevos nichos corporales, enfatiza la inminente necesidad de fortalecer los protocolos de vigilancia molecular, del control de infecciones y de la mejora de un diagnóstico certero para evitar la diseminación de cepas con resistencia intrínsecamente muy alta.

Tabla 2. Sensibilidad y especificidad de las pruebas moleculares.

No.	Autores / Año	Población o Muestra	Prueba Molecular	Sensibilidad y Especificidad	Eficacia diagnóstica
1	Akinosoglou et al. ¹⁹ , 2024	Revisión de 23 estudios comparativos.	NAAT / PCR	<ul style="list-style-type: none"> S: 86%. E: 84%. 	<ul style="list-style-type: none"> Eficacia: Aumenta significativamente la tasa de detección real frente a la microscopía (<60%).
2	Lynch et al. ³⁷ , 2019	160 muestras vaginales.	qPCR	<ul style="list-style-type: none"> S: 96.2% E: 99.1%. 	<ul style="list-style-type: none"> Eficacia: Resuelve el subdiagnóstico en pacientes asintomáticas o con baja carga fúngica.
3	Garcia et al. ³⁸ , 2024	185 pacientes.	PCR de Punto Final	<ul style="list-style-type: none"> S: 76.6% E: 93 % 	<ul style="list-style-type: none"> Eficacia: Diferencia con exactitud la especie fúngica, evitando fallos por tratamientos empíricos
4	Amerson M ³⁹ , 2025	Revisión de métodos diagnósticos.	NGS (Secuencia)	<ul style="list-style-type: none"> S: 95 % E: 97 % 	<ul style="list-style-type: none"> Eficacia: Detección integral y simultánea de coinfecciones complejas (hongos, bacterias, parásitos)
5	Powell et al. ⁴⁰ , 2024	Revisión de ensayos clínicos.	Sondas ADN / PCR	<ul style="list-style-type: none"> S: 97 % E: 99% 	<ul style="list-style-type: none"> Eficacia: Elimina los falsos negativos causados por la pérdida de viabilidad celular en el transporte
6	Navarathna et al. ⁴¹ , 2023	Estudio multicéntrico comparativo.	PCR multiplex.	<ul style="list-style-type: none"> S: 96%. E: 98% 	<ul style="list-style-type: none"> Eficacia: Positiviza de forma precisa los casos de infecciones recurrentes donde el cultivo falla
7	Hamad et al. ⁴² , 2025	Análisis de casos clínicos de vaginitis recurrente.	Multiplex qPCR (7 targets)	<ul style="list-style-type: none"> S: 91–99% E: 86–94% 	<ul style="list-style-type: none"> Eficacia: Alta fiabilidad para diagnosticar etiologías mixtas subyacentes que complican el cuadro

8	Arrieta et al. ⁴³ , 2023	129 muestras de exudado vaginal.	Multiplex qPCR	<ul style="list-style-type: none"> • S: 96.5% • E: 98.8%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficacia: Identifica la especie y cuantifica la carga del patógeno en una sola corrida analítica.
9	Schwebke et al. ⁴⁴ , 2020	516 pacientes sintomáticas.	NAAT Automática	<ul style="list-style-type: none"> • S: 95%. • E: 90.5% 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficacia: Aporta objetividad clínica total, eliminando el sesgo visual y la inexperiencia del operador.
10	Amor et al. ⁴⁵ , 2024	495 muestras clínicas.	qPCR	<ul style="list-style-type: none"> • S:98% • E:99% 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficacia: Alta sensibilidad analítica capaz de detectar concentraciones fúngicas mínimas.
11	Jin et al. ⁴⁶ , 2023	Evaluación de un nuevo sistema de ensayo.	LAMP (Isotérmica)	<ul style="list-style-type: none"> • S: 95.8% • E: 98.2%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficacia: Alta precisión diagnóstica sin reactividad cruzada con otros patógenos comunes.
12	Fan et al. ⁴⁷ , 2023	215 muestras vaginales.	PCR-QDFA	<ul style="list-style-type: none"> • S: 94.7% • E: 97.5%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficacia: Confirma la infección clínica incluso en pacientes con presentaciones atípicas severas.
13	Amor et al. ⁴⁸ , 2025	Tesis de validación de prueba.	Multiplex qPCR	<ul style="list-style-type: none"> • S: 96% • E: 98% 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficacia: Base técnica validada con superioridad diagnóstica frente al examen directo convencional.
14	Lillis et al. ⁴⁹ , 2023	992 pacientes.	NAAT POC	<ul style="list-style-type: none"> • S: 93% • E: 92%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficacia: Alta precisión diagnóstica clínica en pruebas de punto de atención (POC) para iniciar terapia inmediata.

Notas: NAAT: Pruebas de Amplificación de Ácidos Nucleicos; PCR: Reacción en Cadena de la Polimerasa; qPCR: PCR en tiempo real; BD MAX: Sistema de diagnóstico molecular automatizado "total-in-one"; S: Sensibilidad; E: Especificidad; NGS: Secuenciación de Nueva Generación; LAMP: Amplificación Isotérmica mediada por bucle; PCR-QDFA: Ensayo de fluorescencia directa cuantitativa por PCR; ADN: Ácido Desoxirribonucleico.

Interpretación

La sistematización de los estudios comparativos, centrados en el diagnóstico de micosis vaginal, revela un consenso claro sobre la superioridad de las técnicas moleculares frente a los métodos tradicionales en términos de rapidez y precisión.

Con respecto a los fundamentos y las aplicaciones, la información nos dice que el diagnóstico actual se fundamenta en la Amplificación de Ácidos Nucleicos (NAAT), utilizando principalmente la PCR en tiempo real (qPCR) y variantes de PCR, como la PCR Multiplex. Las pruebas se fundamentan en la detección directa del ADN fúngico y no hacen cultivar el microorganismo, que sí es un requisito fundamental de la microscopía y del cultivo estándar. La aplicación clínica más destacada es la capacidad de la PCR Multiplex para detectar simultáneamente *Cándida* spp. y otras causas de vaginitis (bacterias y parásitos) en el curso de un ensayo.

En cuanto a la exactitud, los estudios muestran de forma consistente que los métodos moleculares poseen una sensibilidad con mucho mayor rango. La microscopía y el cultivo estándar muestran sensibilidades en el rango del 50%-70% (en riesgo de falsos negativos) mientras que las pruebas basadas en PCR indican un rango de sensibilidad que en ocasiones supera el 90%. Con esta alta exactitud molecular se aborda el subdiagnóstico de la micosis, que es muy relevante en casos en los cuales la carga fúngica es reducida o en la infección por especies de crecimiento lento.

Por último, la rapidez sería la principal ventaja operativa. El tiempo de diagnóstico se acorta notablemente (de 24 a 72 horas el tiempo del cultivo micológico se traduce en un resultado objetivo y específico en 2 a 4 horas); esta premura permite al clínico poder poner en marcha un tratamiento específico en la misma consulta, algo esencial en el tratamiento de cuadros de recurrencia o en pacientes pertenecientes a grupos de alto riesgo.

Discusión

El análisis de los fundamentos y aplicaciones diagnósticas confirma que la implementación de técnicas moleculares representa una mejora tecnológica indispensable para superar las limitaciones inherentes de los métodos tradicionales, particularmente en la detección de micosis vaginal. La principal justificación de este cambio reside en la superioridad de la

precisión y la rapidez que ofrecen los ensayos basados en la Amplificación de Ácidos Nucleicos (NAAT).

La sensibilidad diagnóstica se establece como el factor diferencial más significativo. Para Akinosoglou et al.¹⁹ y Schwebke et al.⁴⁴, los métodos tradicionales, como la microscopía y el cultivo, dependen de la viabilidad del hongo y de una alta carga celular para ser positivos, lo que resulta en una sensibilidad notoriamente baja. En contraste, los estudios comparativos demuestran que la PCR en tiempo real (qPCR) consistentemente alcanza sensibilidades superiores al 90% así lo mencionan Navarathna et al.³⁸, Arrieta et al.⁴³ y Schwebke et al.⁴⁴. Por otro lado, el estudio comparativo de Lynch et al.³⁷, reportó una sensibilidad del 96.2% para la qPCR frente al 58.6% para la microscopía, lo que evidencia que los métodos tradicionales fallan en detectar casi la mitad de los casos.

Esta diferencia se explica por el fundamento molecular: mientras que el cultivo requiere la replicación fúngica, la PCR detecta el ADN directamente, permitiendo la identificación de especies no viables, latentes o en concentraciones muy bajas, como lo reportaron Amor et al.⁴⁵ y Akinosoglou et al.¹⁹. Ello es crucial, puesto que esta alta precisión reduce drásticamente la tasa de falsos negativos, que es el problema epidemiológico que perpetúa la infección.

La rapidez de las técnicas moleculares reconfigura el flujo de trabajo clínico. El cultivo micológico, que requiere entre 24 y 72 horas para la identificación presuntiva, es insuficiente para la toma de decisiones inmediatas en la consulta. Akinosoglou et al.¹⁹, Arrieta et al.⁴³ y Fan et al.⁴⁷, mencionan que la PCR, en contraste, reduce el tiempo de respuesta a 2-4 horas, permitiendo un diagnóstico definitivo en la misma visita del paciente.

Esta inmediatez es vital para el manejo de casos complejos o recurrentes. Para Hamad et al.³⁹, los paneles moleculares Multiplex-PCR han demostrado ser especialmente ventajosos al poder identificar de forma simultánea varios agentes etiológicos (candidiasis, vaginosis bacteriana y tricomoniasis) con un único ensayo rápido. Este análisis integral es imposible de lograr con una sola corrida de cultivo o microscopía, lo que subraya la eficiencia superior de la biología molecular en el diagnóstico diferencial, tal como lo enfatiza la revisión de Amerson M.³⁹.

Finalmente, la capacidad de las técnicas moleculares para identificar especies crípticas y raras refuerza su aplicación clínica. Las técnicas tradicionales tienen baja especificidad en la diferenciación de *Cándida* spp., lo que lleva a un tratamiento subóptimo en casos de especies inherentemente resistentes como *C. glabrata*. Para García et al.³⁸ y Arrieta et al.⁴³, el fundamento genómico de la PCR y el MLST permite no solo el diagnóstico de género, sino la tipificación precisa de la especie, asegurando que se instaure el antifúngico correcto desde el primer momento. Esta capacidad de diagnóstico específico en horas es la base para un manejo clínico más eficaz y costo-eficiente a largo plazo según Poweli et al.⁴⁰.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Conclusiones.

- El estudio de la literatura científica pone de manifiesto que, aunque *Cándida albicans* se mantiene como el agente más prevalente, hay un aumento importante de las especies no albicans como *C. glabrata* y *C. tropicalis*. Las técnicas moleculares son la única técnica que consigue la identificación precisa de especies crípticas que son mal clasificadas en pruebas tradicionales debido a su similitud morfológica. Esta distinción es clave para la práctica clínica, dado que cada especie tiene perfiles de resistencia y mecanismos de virulencia distintos, como biopelículas o mutaciones genéticas específicas que determinan el progreso del tratamiento.
- Al analizar las principales especies fúngicas del género *Cándida* responsables de la micosis vaginal, se concluye que, si bien *Cándida albicans* se mantiene como el agente más prevalente, existe un aumento clínico importante de especies no-*albicans* (como *C. glabrata* y *C. tropicalis*). La aplicación de técnicas moleculares resulta fundamental para lograr un diagnóstico oportuno y la identificación precisa de especies crípticas, superando las limitaciones de las pruebas tradicionales causadas por la similitud morfológica. Esta distinción es clave para la práctica clínica, ya que permite abordar las diferencias en los perfiles de resistencia y los distintos mecanismos de virulencia (como la formación de biopelículas), factores que determinan el éxito del tratamiento.
- Respecto a la sensibilidad y especificidad de las pruebas moleculares, se determina que estas poseen una superior eficacia diagnóstica y un mejor rendimiento analítico frente a los métodos convencionales. Al basarse en la detección directa de ácidos nucleicos y no depender de la viabilidad o el crecimiento metabólico del hongo, estas técnicas mantienen una alta precisión incluso en muestras con baja carga fúngica o presencia de biopelículas, evitando los resultados dudosos. Asimismo, el alto rendimiento de los ensayos multiplexados demuestra ser un aspecto crucial y altamente eficaz para el diagnóstico diferencial de infecciones complicadas o de etiología mixta.

BIBLIOGRAFÍA

1. OMS. Candidiasis (infección por levaduras). [Online].; 2025 [cited 2025]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/candidiasis-%28yeast-infection%29>.
2. Nyirjesy P, Brookhart C, Lazenby G, Schweb J. Vulvovaginal Candidiasis: A Review of the Evidence for the 2021 Centers for Disease Control and Prevention of Sexually Transmitted Infections Treatment Guidelines. [Online].; 2022 [cited 2025]. Available from: https://academic.oup.com/cid/article/74/Supplement_2/S162/6567950.
3. Calvo J, González Á, Triunfo S. Generalidades de la candidiasis vulvovaginal. [Online].; 2023 [cited 2025]. Available from: [Generalidades de la candidiasis vulvovaginal](#).
4. Willems H, Ahmed S, Liu J, Xu Z, Peters B. Vulvovaginal Candidiasis: A Current Understanding and Burning Questions. [Online].; 2020 [cited 2025]. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7151053/>.
5. Bowen C, Arias C, Checa C, Castellanos M, Miranda K, Eraso E, et al. Aetiology of Vulvovaginal Candidiasis in Ecuador and In Vitro Antifungal Activity Against *Cándida* Vaginal Isolates. [Online].; 2025 [cited 2025]. Available from: <https://www.mdpi.com/2309-608X/11/10/742>.
6. MSP. Actualización alerta epidemiológica “Cándida auris”. [Online].; 2024 [cited 2025]. Available from: https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2025/01/Version-3.-Alerta_epidemiologica_Cándida_auris_26-06-2024.pdf.
7. MSP. Plan Estratégico Nacional Multisectorial para la respuesta al VIH. [Online].; 2023 [cited 2025]. Available from: https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2024/04/PENM_Plan_Estrategico_Nacional_Multisectorial_para_la_Respuesta_al_VIH_sida_ITS-y-hepatitis-virales_2023_2025.pdf.
8. MSP. Plan Decenal de Salud. [Online].; 2022 [cited 2025]. Available from: https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2022/07/Plan_decenal_Salud_2022_ejecutivo.18.OK_.pdf.

9. World Health Organization. [Online].; 2025 [cited 2025. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/candidiasis-%28yeast-infection%29>.
10. Moncayo R. Vaginal candidiasis, predisposing factors, symptoms and treatment. [Online].; 2024 [cited 2025. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9863297.pdf>.
11. Talapko J, Juzbašić M, Matijević T, Pustijanac E. *Cándida albicans*—The Virulence Factors and Clinical Manifestations of Infection. [Online].; 2021 [cited 2025. Available from: <https://www.mdpi.com/2309-608X/7/2/79>.
12. Espitia F. Síndrome de flujo vaginal (vaginitis / vaginosis): Actualización diagnóstica y terapéutica. [Online].; 2021 [cited 2025. Available from: <https://investigacionmaternoperinatal.inmp.gob.pe/index.php/rpinmp/article/view/224/278>.
13. Figueroa L, Ortiz J. Métodos fenotípicos, moleculares y espectrométricos para la evaluación de la resistencia en *Cándida* spp. [Online].; 2025 [cited 2025. Available from: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/19843/28443>.
14. Ana R, Cárdenas L, García M, Pérez J. Expression of ERG11, ERG3, MDR1 and CDR1 genes in *Cándida tropicalis*. [Online].; 2023 [cited 2025. Available from: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/6852/5240>.
15. Ioana S, Ciurea C. *Cándida* spp. DNA Extraction in the Age of Molecular Diagnosis. [Online].; 2023 [cited 2026. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10143247/>.
16. García E, Acosta G, Betancourt P, Rosas E. Detección e identificación molecular de ocho especies de *Cándida* en muestras clínicas mediante PCR simple. [Online].; 2022 [cited 2025. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8880469/>.
17. Hess A, Morgenroth E. Biological activated carbon filter for greywater post-treatment: Long-term TOC removal with adsorption and biodegradation. [Online].; 2021 [cited 2025. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8476437/>.
18. Farahyar S, Mobaser Z, Razmjou E, Roudbary M. Investigación molecular de los agentes etiológicos causantes de candidiasis vulvovaginal. [Online].; 2020 [cited 2025. Available from: <https://brieflands.com/journals/jjm/articles/106070>.

19. Akinosoglou K, Schinas G, Papageorgiou D, Polyzou E, Massie Z, Ozcelik S, et al. Diagnóstico molecular rápido en candidiasis vulvovaginal. [Online].; 2024 [cited 2025]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39451635/>.
20. Duré C SMFNASPAGR. Identificación molecular y perfil de sensibilidad antifúngica de *Cándida albicans* y *Cándida dubliniensis* aisladas de pacientes ambulatorios y hospitalizados. [Online].; 2024 [cited 2025]. Available from: <https://www.medicinaclinicaysocial.org/index.php/MCS/es/article/view/431/376>.
21. Ugalde F, Rivera H, Durán M. Candidiasis vulvovaginal recurrente. [Online].; 2021 [cited 2025]. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8865892.pdf>.
22. Rabi S, Ali R, Abid S. Prevalencia de candidiasis vulvovaginal y su asociación con anticonceptivos. [Online].; 2021 [cited 2025]. Available from: <https://www.redalyc.org/journal/559/55971452007/>.
23. Rodríguez A, Vargas L. Candidiasis vulvovaginal y vulvovaginitis en mujeres en edad reproductiva en Colombia, según el Sistema Integrado de Información de la Protección Social. [Online].; 2022 [cited 2025]. Available from: <https://www.redalyc.org/journal/910/91077658006/91077658006.pdf>.
24. Pineda J, Figueroa A, Berrueta T, Olivares L. Candidosis vaginal. Revisión de la literatura y situación de México y otros países latinoamericanos. [Online].; 2017 [cited 2025]. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-06672017000100009.
25. Sahuanay B, Zaida P. Estudio de los genes ALS1, ALS3 y HPW1 asociados a la formación de biopelículas y resistencia a los azoles en *Cándida albicans* aislado de pacientes con candidiasis vaginal recurrente de un Centro de Salud privado de Lima durante 2019-2024. [Online].; 2024 [cited 2025]. Available from: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/16394>.
26. Kilbas I, Pinar , Horhat F. Twenty-Year Course of Antifungal Resistance in *Cándida albicans* in Türkiye: A Systematic Review and Meta-Analysis. [Online].; 2025 [cited 2025]. Available from: <https://www.mdpi.com/2309-608X/11/8/603>.
27. Hasanvand S, Azadegan H, Kord M, Didehdar M. Molecular Epidemiology and In Vitro Antifungal Susceptibility of *Cándida* Isolates from Women with Vulvovaginal

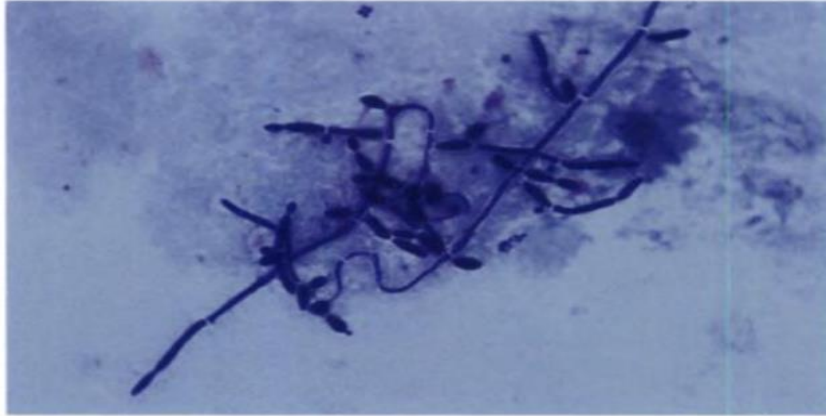
- Candidiasis in Northern Cities of Khuzestan Province, Iran. [Online].; 2017 [cited 2025]. Available from: <https://brieflands.com/journals/jjm/articles/12804>.
28. Subedi A, Kumar M, Rana J, Sapkota R, Thapa U. Vulvovaginal candidiasis, an increasing burden to women in the tropical regions attending Bharatpur Hospital, Chitwan. [Online].; 2024 [cited 2025]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39276531/>.
 29. Shokoohi G, Javidnia J, Mirhendi H, Rasekh A, Rezaei A, Ansari S, et al. Molecular identification and antifungal susceptibility profiles of *Cándida dubliniensis* and *Cándida africana* isolated from vulvovaginal candidiasis: A single-centre experience in Iran. [Online].; 2021 [cited 2025]. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/myc.13280>.
 30. Song N, Kan S, Mei H, Zheng H, Li D, Cui F, et al. A prospective study on vulvovaginal candidiasis: multicentre molecular epidemiology of pathogenic yeasts in China. [Online].; 2021 [cited 2025]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34908189/>.
 31. Akinosoglou K, Livieratos A, Asimos K, Donders F, Donders G. Fluconazole-Resistant Vulvovaginal Candidosis: An Update on Current Management. [Online].; 2024 [cited 2025]. Available from: <https://www.mdpi.com/1999-4923/16/12/1555>.
 32. Ionescu S, Luchian I, Damian C, Goriuc A, Porumb E, Popa C, et al. *Cándida auris* Updates: Outbreak Evaluation through Molecular Assays and Antifungal Stewardship—A Narrative Review. [Online].; 2024 [cited 2025]. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11202268/>.
 33. Hussen I, Aliyo A, Kannai M. Vaginal candidiasis prevalence, associated factors, and antifungal susceptibility patterns among pregnant women attending antenatal care at bule hora university teaching hospital, Southern Ethiopia. [Online].; 2024 [cited 2025]. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11441096/>.
 34. Lobo M, Cerqueira C, Rodrigues A, Lisboa C. Recurrent Vulvovaginal Candidosis and Its Underlying Mechanisms: A Systematic Review. [Online].; 2025 [cited 2025]. Available from: <https://www.mdpi.com/2309-608X/11/5/357>.
 35. Aida E, Ayatollah , Zahra S, Shams M, Masood G, Razzaghi M. Molecular epidemiology, antifungal susceptibility, and ERG11 gene mutation of *Cándida* species

- isolated from vulvovaginal candidiasis: Comparison between recurrent and non-recurrent infections. [Online].; 2022 [cited 2025. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35921954/>.
36. Ali M, Hassan W, Al W. Antifungal susceptibility pattern of *Cándida* species isolated from pregnant women. [Online].; 2024 [cited 2025. Available from: https://www.researchgate.net/publication/382919667_Antifungal_susceptibility_pattern_of_Cándida_species_isolated_from_pregnant_women.
 37. Lynch T, Peirano G, Lloyd T, Read R, Carter J, Chu A, et al. Molecular Diagnosis of Vaginitis: Comparing Quantitative PCR and Microbiome Profiling Approaches to Current Microscopy Scoring. [Online].; 2019 [cited 2025. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31315951/>.
 38. García E, Betancourt P, Ramírez X, Díaz H, Martínez E, Guadalupe M. Utility of Cand PCR in the Diagnosis of Vulvovaginal Candidiasis in Pregnant Women. [Online].; 2024 [cited 2025. Available from: <https://www.mdpi.com/2309-608X/11/1/5>.
 39. Amerson M. From microscopy to molecular diagnostics: identifying the complexities of clinical diagnostics for vaginal infections. [Online].; 2025 [cited 2025. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40833126/>.
 40. Powell A, Goje O, Nyirjesy P. A Comparison of Newer and Traditional Approaches to Diagnosing Vaginal Infections. [Online].; 2024 [cited 2025. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38350107/>.
 41. Navarathna D, Lukey J, Coppin J, Jinadatha C. Diagnostic performance of DNA probe-based and PCR-based molecular vaginitis testing. [Online].; 2023 [cited 2025. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37615484/>.
 42. Hamada Y, Abushama M, Ahmedc B, Konje J. Women with persistent/recurrent vaginal discharge should be offered multiplex-7 PCR testing. [Online].; 2025 [cited 2025. Available from: <https://www.ejog.org/article/S0301-2115%2824%2900698-5/fulltext>.
 43. Arrieta I, Menéndez P, Carrano G, Diez A, Fernandez Í, Dolores M. Molecular Identification of Fungal Species through Multiplex-qPCR to Determine *Cándidal* Vulvovaginitis and Antifungal Susceptibility. [Online].; 2023 [cited 2025. Available from: <https://www.mdpi.com/2309-608X/9/12/1145>.

44. Schwebke J, Gaydos C, Nyirjesy P, Paradis S, Kodsí S, Cooper C. Diagnostic Performance of a Molecular Test versus Clinician Assessment of Vaginitis. [Online].; 2018 [cited 2025]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29643195/>.
45. Amor I, Alberola A, Salazar A, Viñuela L, Portugués S, Galán M, et al. Evaluation of the Vaginal Panel Realtime PCR kit (Viracell, SL) for diagnosing vaginitis: A comparative study with routinely used diagnostics. [Online].; 2024 [cited 2025]. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0313414>.
46. Xiangyu J, Li M, Mao Z, Deng A, Lv W, Huang L, et al. An Integrated and Multi-Target Nucleic Acid Isothermal Analysis System for Rapid Diagnosis of Vulvovaginal Candidiasis. [Online].; 2023 [cited 2025]. Available from: <https://www.mdpi.com/2079-6374/13/5/559>.
47. Fan W, Li J, Chen L, Wu W, Li X, Zhong W, et al. Clinical Evaluation of Polymerase Chain Reaction Coupled with Quantum Dot Fluorescence Analysis for Diagnosis of *Cándida* Infection in Vulvovaginal Candidiasis Practice. [Online].; 2023 [cited 2025]. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10386842/>.
48. Amor M, Isabel M. Diagnóstico molecular de la vaginitis: Desarrollo y validación de un test de PCR a tiempo real para la identificación de los principales agentes causantes de vaginitis infecciosa. [Online].; 2025 [cited 2025]. Available from: <https://digibug.ugr.es/handle/10481/106777>.
49. Schwebke J, Gaydos C, Nyirjesy P, Paradis S, Kodsí S, Cooper C. Diagnostic Performance of a Molecular Test versus Clinician Assessment of Vaginitis. [Online].; 2018 [cited 2025]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29643195/>.

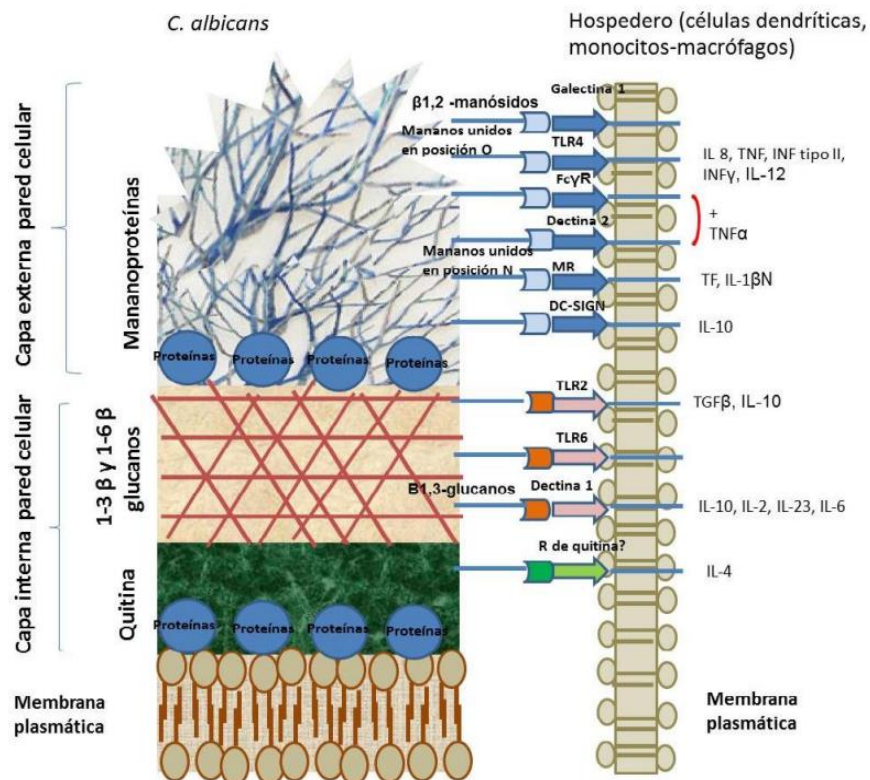
ANEXOS

Anexo 1. Blastoconidias con pseudohifas (elongación de una nueva yema a partir de una célula madre) y hifas verdaderas con paredes transversales (septos), observadas en un frotis teñido con Giemsa.



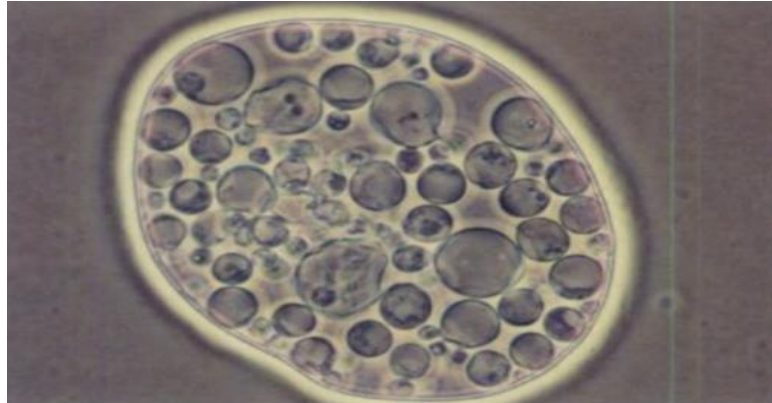
Fuente: [https://www.google.com.ec/books/edition/Atlas_of_the_Clinical_Microbiology_of_In/fMqLmPrsAQEC?hl=es&gbpv=1&dq=atlas+Cándida+albicans&pg=PP29&printsec=f](https://www.google.com.ec/books/edition/Atlas_of_the_Clinical_Microbiology_of_In/fMqLmPrsAQEC?hl=es&gbpv=1&dq=atlas+Cándida+albicans&pg=PP29&printsec=frontcover)
[rontcover](https://www.google.com.ec/books/edition/Atlas_of_the_Clinical_Microbiology_of_In/fMqLmPrsAQEC?hl=es&gbpv=1&dq=atlas+Cándida+albicans&pg=PP29&printsec=f)

Anexo 2. Estructura de la pared de *C. albicans* y la activación de PRRs por los diferentes PAMPS de *C. albicans*.



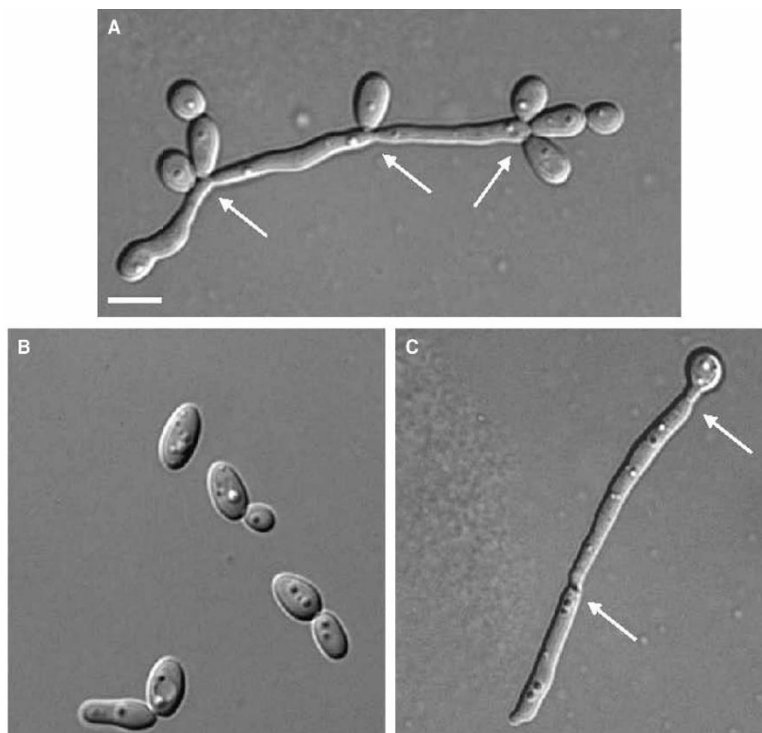
Fuente: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131525562001000200011

Anexo 3. Estructura cerrada con pared gruesa que contiene numerosas blastoconidias.



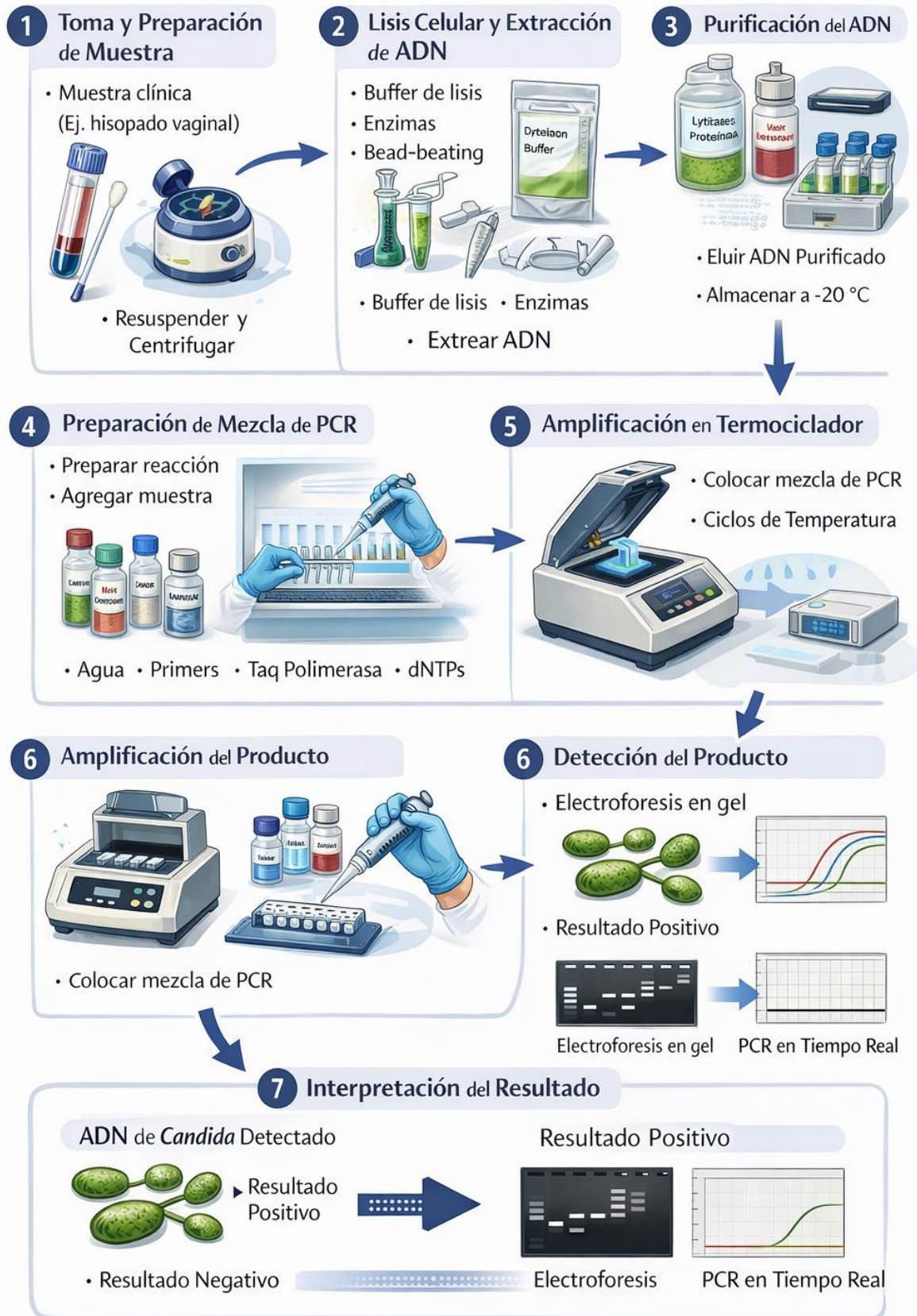
Fuente: https://www.google.com.ec/books/edition/Atlas_of_the_Clinical_Microbiology_of_In/fMqLmPrsAQEC?hl=es&gbpv=1&dq=atlas+Cándida+albicans&pg=PP29&printsec=frontcover

Anexo 4. Morfología microscópica de *C. albicans*



Fuente: <https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/hongos/C-albicans>

Anexo 4. Procedimiento de PCR para hongos.



Fuente: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-25129-w>