

**Formulación y Evaluación de la Actividad Antifúngica *in vitro* de un Jabón con
Extracto Etanólico de *Bidens pilosa* contra *Candida albicans***

Brigith Carolina Murcia Castro

Karen Mayerly Matamba Lara

Institución Universitaria del Putumayo
Tecnología en Producción Agroindustrial

Asesora

Yerly Vargas Casanova PhD.

Semillero de Investigación en Microbiología (SIM)

28 de mayo 2026

Mocoa

Nota de Autor

Declaración de responsabilidad

Quienes suscriben, estudiantes de Tecnología en producción agroindustrial de la Institución Universitaria del Putumayo, autores del trabajo titulado “Formulación y evaluación de la actividad antifúngica *in vitro* de un jabón con extracto etanólico de *Bidens pilosa* contra *Candida albicans* “

Declaramos que el presente trabajo de investigación es original y ha sido desarrollado íntegramente por nosotras, bajo la asesoría de nuestra directora de tesis. No ha sido presentado previamente para la obtención de ningún título académico y todas las fuentes utilizadas han sido debidamente citadas y referenciadas siguiendo las normativas académicas vigentes.

Asimismo, hacemos constar que la información en el presente informe es responsabilidad de los autores, así como su contenido eximiendo de cualquier responsabilidad legal o académica a la Institución Universitaria del Putumayo.

Agradecimientos

El presente trabajo de grado es el resultado del esfuerzo, la dedicación y el apoyo incondicional de muchas personas que hicieron parte de este camino, a quienes deseamos expresar nuestro más sincero y profundo agradecimiento.

Ante todo, agradecemos a Dios, por ser nuestra guía y fortaleza en cada etapa de este proceso, por darnos la sabiduría, la perseverancia y la salud necesarias para alcanzar esta meta. Sin su gracia y misericordia, nada de esto hubiera sido posible.

A la doctora Yerly Vargas Casanova, nuestra asesora, por su guía, compromiso y dedicación a lo largo de este proceso investigativo. Sus conocimientos, su disposición y su orientación permanente fueron fundamentales para culminar este trabajo con éxito.

Al doctor Juan Pablo Narváez, por su valiosa instrucción, por compartir generosamente su conocimiento y experiencia, y por contribuir de manera significativa a nuestra formación como profesionales.

Al Instituto Universitario del Putumayo, por brindarnos los espacios académicos, los recursos y la formación necesaria para crecer como personas y como profesionales. Es un honor haber sido parte de esta institución.

A todas las personas que de una u otra manera aportaron su tiempo, conocimiento o apoyo durante este proceso, muchas gracias.

Agradecimientos personales

Brigith Murcia:

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres Maria y Alexander, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su amor inquebrantable, su sacrificio y por creer siempre

en mí. Cada logro alcanzado es también el fruto de su entrega y dedicación. Este título es tan mío como de ustedes.

A mi pareja Cristian, al hombre y compañero de vida que ha sido los brazos que me brindan seguridad y apoyo en cada momento. Gracias por tu sacrificio silencioso, por trabajar y esforzarte día a día para que yo pudiera dedicarme a estudiar y cumplir este sueño. Tu entrega y amor incondicional son parte esencial de este logro. Esto también es tuyo, amor.

A toda mi familia, por cada palabra de aliento, por su presencia constante y por acompañarme en cada paso de este camino. Su amor y apoyo han sido una fuente inagotable de motivación para seguir adelante y no desfallecer.

Karen Matamba:

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a quienes hicieron posible la culminación de este gran sueño, brindándome las bases fundamentales para alcanzar esta meta

A mis padres, Efrén y Martha ejemplo vivo de resistencia, resiliencia y trabajo duro. Gracias por enseñarme a no rendirme ante las adversidades, por creer en mí desde el primer día y por darme las alas necesarias para convertirme en la primera profesional de nuestra familia. Este logro es, ante todo, el fruto de su entrega y sacrificio.

A mis hermanos, con su apoyo incondicional, compañía constante y por ser mi refugio en los momentos de cansancio. Su presencia y alegría compartida endulzaron las jornadas largas de estudio y me recordaron siempre el valor de la unión familiar.

A mis abuelos, llenos de cariño inquebrantable, sabiduría y bendiciones diarias. Sus palabras de aliento y sus oraciones silenciosas me sostuvieron en cada paso del camino, dándome la fuerza espiritual para seguir adelante.

A mi abuelito Gerardo en el cielo, quien no pudo estar presente de manera física para ver este día, pero cuyo recuerdo y legado me impulsaron a llegar hasta el final. Sé que hoy celebra conmigo desde el mejor lugar, y este título también honra su memoria

A mi gran amigo José Luis, con su lealtad, guía y ejemplo constante. Gracias por el apoyo incondicional y un acompañamiento que ha sido un pilar fundamental y algo muy especial para mí en este camino académico; tu confianza en mis capacidades fue el motor que muchas veces necesité.

Contenido

Resumen.....	10
Introducción	12
Planteamiento del Problema	15
Pregunta Problema	18
Justificación	19
Objetivos	21
Objetivo General.....	21
Objetivos Específicos	21
Marco de Referencia	22
<i>Bidens pilosa</i>	22
<i>Candida albicans</i>	25
Candidiasis	26
Candidiasis Cutánea	28
Jabón.....	29
Jabones como Fitoterapéuticos.....	30
Metodología	33
Diseño de la Investigación	33
Tipo de Investigación	33
Muestra.....	33
Identificación de Variables.....	33
Diseño Metodológico	33
Formulación de Jabón con Extracto Etanólico de <i>B. pilosa</i>	35
Evaluación de la actividad anti- <i>Candida</i>	36
Pruebas Organolépticas y pH de la Formulación de jabón de <i>B. pilosa</i> con mayor actividad	38
Resultados y Discusión	40

Fase 1. Obtención del Extracto Etanólico de <i>Bidens pilosa</i>	40
Fase 2. Formulación Inicial del Jabón y Ajuste Según Actividad Anti-candida Observada	41
Fase 3. Evaluación organoléptica y fisicoquímica de la formulación seleccionada.	59
Conclusiones	66
Referencias.....	69
Apéndice A.....	79
Apéndice B.....	82
Apéndice C.....	83
Apéndice D.....	84
Apéndice E	87

Índice de Tablas

Tabla 1 Preparaciones evaluadas en la formulación exploratoria a partir de una formulación madre de jabón con extracto etanólico de <i>B. pilosa</i>	47
Tabla 2 Formulaciones independientes de jabón con extracto etanólico de <i>B. pilosa</i> seleccionadas a partir del ensayo exploratorio.	54
Tabla 3 Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la evaluación sensorial de J1 y JC (n=20)	60
Tabla 4 Medidas de pH de jabón con extracto de <i>B. pilosa</i> vs jabón comercial.	64

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Planta Bidens pilosa en su hábitat natural</i>	22
Figura 2 <i>Diseño metodológico en tres fases</i>	34
Figura 3 <i>Ensayo preliminar del extracto etanólico de B. pilosa libre por difusión en disco frente a C. albicans SC5314</i>	43
Figura 4 <i>Evaluación preliminar del extracto etanólico de B. pilosa libre por difusión en pozo frente a C. albicans SC5314</i>	44
Figura 5 <i>Formulación exploratoria de Jabón con extracto de B. pilosa y sus respectivos controles</i>	47
Figura 6 <i>Actividad antifúngica de preparaciones obtenidas a partir de una formulación jabonosa madre con extracto de B. pilosa frente a C. albicans SC5314</i>	50
Figura 7 <i>Actividad antifúngica del jabón diluido con extracto etanólico de B. pilosa frente a C. albicans SC5314</i>	51
Figura 8 <i>Jabones con extracto de B. pilosa preparados a partir de formulaciones independientes y sus respectivos controles</i>	54
Figura 9 <i>Actividad antifúngica de formulaciones independientes de jabón con extracto etanólico de B. pilosa frente a C. albicans SC5314</i>	55
Figura 10 <i>Actividad antifúngica de los jabones con formulación independiente con extracto etanólico de B. pilosa frente a C. albicans SC5314</i>	56
Figura 11 <i>Perfil sensorial comparativo entre jabón con extracto etanólico vs jabón comercial</i>	63

Resumen

La resistencia a antifúngicos convencionales y las limitaciones en el manejo de infecciones por *Candida albicans*, han motivado la búsqueda de alternativas naturales con potencial antifúngico, entre ellas *Bidens pilosa*, planta reconocida por sus propiedades antimicrobianas. Esta investigación evaluó la actividad antifúngica de jabones glicerizados con un extracto etanólico de *B. pilosa* frente a *C. albicans* SC5314, así como sus propiedades organolépticas y pH. La actividad se determinó por difusión en pozo, usando fluconazol, DMSO y base jabonosa como controles; además, la formulación más activa fue evaluada con escala hedónica de 9 puntos en 20 panelistas y se determinó su pH mediante tirillas indicadoras.

Las formulaciones con extracto etanólico de *B. pilosa* conservaron actividad inhibitoria frente a *C. albicans* SC5314, con halos promedio de 15,65 mm, 14,70 mm y 11,01 mm para concentraciones finales equivalentes de 100, 50 y 25 mg/mL, respectivamente. La formulación seleccionada, correspondiente al jabón con concentración inicial de 200 mg/mL de extracto, equivalente a 100 mg/mL en la preparación evaluada, presentó diferencias significativas frente al jabón comercial en color, textura y consistencia, y registró un pH promedio de 8.

En conjunto, los resultados sugieren que el extracto etanólico de *B. pilosa* puede incorporarse en una matriz jabonosa glicerizada conservando actividad antifúngica *in vitro* y características sensoriales favorables. Estos hallazgos constituyen una base experimental preliminar para futuras investigaciones orientadas a la optimización de la formulación, evaluación de estabilidad, seguridad dermatológica y confirmación de la actividad mediante métodos complementarios de viabilidad por cultivo.

Palabras clave: Actividad antifúngica, *Bidens pilosa*, *Candida albicans*, extracto etanólico, jabón glicerizado.

Abstract

Resistance to conventional antifungals and the limitations associated with the management of *Candida albicans* infections have motivated the search for natural alternatives with antifungal potential, including *Bidens pilosa*, a plant recognized for its antimicrobial properties. This study evaluated the antifungal activity of glycerin-based soaps formulated with an ethanolic extract of *B. pilosa* against *C. albicans* SC5314, as well as their organoleptic properties and pH. Antifungal activity was determined using the well diffusion method, with fluconazole, DMSO, and glycerin soap base as controls. In addition, the most active formulation was evaluated using a 9-point hedonic scale with 20 panelists, and its pH was determined using indicator strips.

The formulations containing the ethanolic extract of *B. pilosa* retained inhibitory activity against *C. albicans* SC5314, with mean inhibition zones of 15.65 mm, 14.70 mm, and 11.01 mm for final equivalent concentrations of 100, 50, and 25 mg/mL, respectively. The selected formulation, corresponding to the soap with an initial extract concentration of 200 mg/mL, equivalent to 100 mg/mL in the evaluated preparation, showed significant differences compared with the commercial soap in color, texture, and consistency, and recorded a mean pH of 8.

Overall, the results suggest that the ethanolic extract of *B. pilosa* can be incorporated into a glycerin-based soap matrix while retaining *in vitro* antifungal activity and favorable sensory characteristics. These findings constitute a preliminary experimental basis for future studies aimed at optimizing the formulation, evaluating stability and dermatological safety, and confirming activity through complementary culture-based viability methods.

Keywords: Antifungal activity, Bidens pilosa, Candida albicans, ethanolic extract, glycerin soap.

Introducción

Las infecciones fúngicas causadas por especies del género *Candida*, incluyendo *C. albicans*, representan un problema importante de salud pública a nivel mundial debido a su alta prevalencia y a su capacidad para comportarse como patógeno oportunista (Calderone y Clancy, 2012; World Health Organization [WHO], 2022).

Estas infecciones pueden manifestarse de diversas formas clínicas, entre ellas la candidiasis cutánea, una afección frecuente que puede presentarse como infección primaria de la piel o asociarse a otras alteraciones dermatológicas. Su aparición se favorece en zonas con humedad, oclusión, alteración de la barrera cutánea y cambios en la microbiota, así como en personas con factores predisponentes como inmunosupresión, diabetes, trastornos endocrinos o compromiso del flujo sanguíneo, condiciones que pueden facilitar la proliferación de *Candida* y dificultar el control completo de la infección (Gow y Yadav, 2017; Taudorf et al., 2019).

En países de América Latina, incluida Colombia, se ha reportado una incidencia significativa de infecciones por *Candida*, lo que evidencia la necesidad de fortalecer estrategias terapéuticas eficaces y accesibles (Rodríguez-Cerdeira et al., 2020).

Adicionalmente, el tratamiento de las infecciones por *C. albicans* enfrenta actualmente varios desafíos. Aunque existen antifúngicos tópicos y sistémicos con eficacia demostrada, como clotrimazol, nistatina, miconazol y fluconazol, la evidencia sobre las estrategias terapéuticas para candidiasis cutánea aún presenta limitaciones debido a las diferencias metodológicas entre los estudios, incluyendo variaciones en los tratamientos evaluados, las poblaciones analizadas y los criterios usados para medir la respuesta terapéutica, así como a la escasa información sobre recurrencia posterior al tratamiento (Taudorf et al., 2019). A esto se suma la capacidad de *C.*

albicans para formar biopelículas, estructuras que incrementan su tolerancia a los tratamientos y favorecen la persistencia de la infección (Gulati y Nobile, 2016).

Asimismo, algunos antifúngicos convencionales pueden generar efectos adversos o interacciones farmacológicas, entre los más frecuentes se encuentran náuseas, vómitos, dolor abdominal, cefalea, erupciones cutáneas y, en casos más severos hepatotoxicidad, elevación de enzimas hepáticas y reacciones de hipersensibilidad. Estas limitaciones pueden afectar la continuidad del tratamiento y favorecer la persistencia o recurrencia de la infección (Pappas et al., 2016; LiverTox, 2020). Lo anterior, justifica la búsqueda de alternativas complementarias, especialmente aquellas orientadas al desarrollo de formulaciones tópicas de uso accesible.

En este contexto, la investigación de compuestos naturales con actividad antifúngica ha cobrado importancia, particularmente aquellos derivados de plantas medicinales tradicionalmente utilizadas (Newman y Cragg, 2020).

Entre estas alternativas se encuentra *B. pilosa*, una planta ampliamente distribuida en regiones tropicales y reconocida en la medicina tradicional por sus diversas propiedades, entre ellas: antiinflamatorias, antifúngicas, entre otras (Bartolome et al., 2013). Estudios han demostrado que los extractos etanólicos de *B. pilosa* presentan actividad inhibitoria frente a *C. albicans*, lo que sugiere su potencial como fuente de compuestos bioactivos para el desarrollo de nuevos tratamientos (Deba et al., 2008; Vargas et al., 2024) No obstante, aún es limitada la exploración del uso de estos extractos en formulaciones tópicas.

En este sentido, el uso de jabón como vehículo de aplicación representa una alternativa viable, ya que permite el contacto directo sobre la piel, facilitando la acción de los compuestos activos y contribuyendo simultáneamente a la higiene cutánea (Ansel et al., 2013). La incorporación de extractos vegetales en bases jabonosas ofrece la posibilidad de desarrollar

productos accesibles, de bajo costo y con potencial terapéutico, especialmente en contextos donde el acceso a medicamentos convencionales es limitado (Newman y Cragg, 2020; Atanasov et al., 2021).

Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la actividad antifúngica *in vitro* de jabones formulados con extracto etanólico de *B. pilosa* frente a *C. albicans* SC5314, así como analizar sus propiedades organolépticas y pH. Este estudio busca aportar evidencia experimental preliminar sobre la viabilidad de incorporar extractos de *B. pilosa* en formulaciones tópicas, como base para futuras investigaciones orientadas al desarrollo de alternativas naturales para el tratamiento de infecciones cutáneas.

Planteamiento del Problema

La candidiasis cutánea por *C. albicans* representa un problema clínico relevante, debido a que corresponde a una infección frecuente de la piel, favorecida por condiciones locales como humedad, calor, fricción, oclusión, maceración, alteración de la barrera cutánea, cambios en la microbiota y variaciones del pH cutáneo. Estas condiciones pueden facilitar la proliferación del hongo y favorecer su persistencia o reaparición, especialmente en personas con factores predisponentes (Taudorf et al., 2019). Esta importancia se refuerza por la inclusión de *C. albicans* en el grupo de prioridad crítica de la lista de patógenos fúngicos prioritarios de la Organización Mundial de la Salud, orientada a promover la investigación y el desarrollo de nuevas alternativas frente a las infecciones fúngicas y la resistencia antifúngica (WHO, 2022).

Las candidiasis cutáneas son infecciones micóticas superficiales causadas principalmente por especies del género *Candida*, las cuales pueden comportarse como patógenos oportunistas bajo condiciones favorables del hospedero. Estas infecciones suelen manifestarse en regiones como axilas, ingles, zona submamaria, espacios interdigitales y áreas sometidas a contacto o humedad constante, donde pueden aparecer lesiones eritematosas, pruriginosas y, en ocasiones, exudativas, que generan incomodidad, irritación y afectación de la integridad de la barrera cutánea (DermNet NZ, 2023; Taudorf et al., 2019).

Además de las condiciones locales de la piel, factores como inmunosupresión, diabetes, obesidad, trastornos endocrinos, enfermedades metabólicas y uso prolongado de antibióticos o corticosteroides pueden aumentar la susceptibilidad del hospedero y dificultar el control completo de la infección. En este contexto, la candidiasis cutánea puede presentar mayor tendencia a persistir o reaparecer, especialmente cuando no se modifican las condiciones que favorecen el crecimiento del microorganismo (Taudorf et al., 2019).

El manejo clínico de estas infecciones se basa principalmente en antifúngicos tópicos y, en algunos casos, sistémicos. Fármacos como clotrimazol, nistatina, miconazol y fluconazol han demostrado eficacia frente a la candidiasis cutánea; sin embargo, la evidencia disponible presenta limitaciones relacionadas con diferencias en los diseños de los estudios, las poblaciones evaluadas, los esquemas de tratamiento, las formas clínicas analizadas y los criterios utilizados para medir la respuesta terapéutica. Además, la información sobre recurrencia posterior al tratamiento ha sido reportada de manera limitada, lo que dificulta establecer conclusiones precisas sobre la persistencia o reaparición de estas infecciones después de la terapia (Taudorf et al., 2019).

A lo anterior, se suma la capacidad de *C. albicans* para desarrollar mecanismos de adaptación y virulencia, entre ellos la adhesión a superficies, la transición morfológica y formación de biopelículas. Estas estructuras organizadas contribuyen a su persistencia y resistencia frente a terapias convencionales (Arendrup y Patterson 2017; Cowen et al., 2015).

En Colombia, un estudio hospitalario realizado entre 2011 y 2015 reportó que el 47,8 % de las infecciones fúngicas identificadas correspondían a candidiasis, lo que refleja su alta carga sanitaria en el país (Hernández-Chavarría et al., 2020). Esto se atribuye a múltiples factores, entre los que destacan, la formación de biopelículas, la elevada virulencia de ciertas cepas y, especialmente, la creciente resistencia a antifúngicos de uso convencional como el fluconazol (Sandai et al., 2016; Yan et al., 2025). En este sentido, se ha sugerido que las biopelículas de *C. albicans* disminuyen significativamente la eficacia de estos tratamientos, lo que incrementa el riesgo de recaídas y de infecciones persistentes (Pfaller y Diekema, 2007).

Ante este panorama, ha cobrado fuerza la búsqueda de alternativas terapéuticas que sean efectivas, accesibles y con menor riesgo de efectos adversos. Entre las opciones estudiadas se

encuentra *B. pilosa*, una planta empleada en la medicina tradicional latinoamericana. Diversos trabajos han señalado que sus extractos poseen actividad antimicrobiana frente a diferentes microorganismos, incluyendo hongos como *C. albicans* (Cáceres, 1996; Silva et al., 2011; Vargas et al., 2024).

Sin embargo, la mayoría de los estudios se han enfocado en los extractos crudos libres, sin explorar a fondo qué sucede cuando se incorporan en una formulación tópica. Esta limitación es relevante, ya que la matriz de formulación puede modificar la disponibilidad, difusión y actividad de los compuestos bioactivos. En este sentido, evaluar la actividad antifúngica del extracto etanólico de *B. pilosa* en un jabón constituye un primer paso experimental pertinente, debido a que este tipo de matriz representa un vehículo práctico, accesible y de bajo costo, que favorece el contacto con la piel y contribuye a la higiene cutánea mediante la reducción de la carga microbiana en la superficie (Montville y Schaffner, 2011; Kim et al., 2015).

Con este enfoque, el proyecto plantea comparar la actividad antifúngica de un extracto etanólico de hojas de *B. pilosa* en su forma libre con la actividad observada después de incorporado en el jabón. El interés principal está en comprobar si mantiene su capacidad de inhibir a *C. albicans* SC5314 mediante ensayos *in vitro*, como el método de difusión en pozo. De obtenerse resultados favorables, este estudio aportaría evidencia preliminar sobre la viabilidad de incorporar el extracto etanólico de *B. pilosa* en una formulación tópica tipo jabón, como base para futuras investigaciones orientadas al desarrollo de productos naturales de uso cotidiano.

Acorde a lo anteriormente mencionado surge la pregunta para desarrollar dentro de la investigación.

Pregunta Problema

¿Cómo influye la formulación jabonosa del extracto etanólico de *Bidens pilosa* en su actividad antifúngica *in vitro* contra *Candida albicans* SC5314 y en las características organolépticas y fisicoquímicas del jabón?

Justificación

B. pilosa, es una planta ampliamente usada en la medicina tradicional que ha demostrado propiedades antimicrobianas y antifúngicas (Cushnie y Lamb, 2011). Una investigación realizada con un extracto etanólico de hojas de *B. pilosa* recolectadas en Mocoa, Putumayo, evidenció su capacidad para inhibir el crecimiento de *C. albicans* y *C. auris*, sensibles y resistentes a antifúngicos, con una concentración mínima inhibitoria (CMI) de 500 µg/mL. Además, el extracto mostró actividad fungistática y fungicida dependiente de la concentración, con baja actividad hemolítica y viabilidad celular cercana al 60 % en fibroblastos humanos (Vargas et al., 2023).

Estos hallazgos adquieren relevancia frente al aumento de infecciones por *Candida* spp., especialmente *C. albicans*, y a la creciente resistencia a antifúngicos de uso convencional como el fluconazol, situación que representa un desafío terapéutico importante (Arendrup y Patterson, 2017; González et al., 2020). En este contexto, resulta pertinente continuar explorando alternativas naturales, accesibles y de aplicación tópica que puedan contribuir al estudio de productos con potencial actividad antifúngica.

La presente investigación se justifica porque permite avanzar desde la evaluación del extracto libre de *B. pilosa* hacia su incorporación en una formulación tópica tipo jabón, con el fin de establecer si la actividad antifúngica previamente reportada se conserva en una matriz que puede modificar la disponibilidad, difusión y expresión funcional de sus compuestos bioactivos. Además, al tratarse de una planta abundante en regiones tropicales como la Amazonía colombiana (Silva et al., 2016), este estudio contribuye al aprovechamiento sostenible de la biodiversidad regional, fortalece la investigación aplicada y aporta a la formación científica de estudiantes del semillero con pertinencia territorial.

Como fase inicial, se propone formular un jabón con extracto etanólico de *B. pilosa* y evaluar de manera sencilla, económica y reproducible su actividad antifúngica *in vitro* frente a *C. albicans* SC5314, así como sus propiedades organolépticas y fisicoquímicas. Este acercamiento aportará evidencia preliminar sobre la viabilidad de incorporar el extracto en una formulación tópica tipo jabón y servirá como base para futuras investigaciones orientadas al desarrollo de productos naturales de uso cotidiano con respaldo experimental en la región amazónica.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la actividad antifúngica *in vitro*, así como las propiedades organolépticas y fisicoquímicas de jabones a base de glicerina formulados con extracto etanólico de *Bidens pilosa* contra *Candida albicans* SC5314.

Objetivos Específicos

Formular jabones a base de glicerina con incorporación de extracto etanólico de *Bidens pilosa* en diferentes concentraciones.

Evaluar *in vitro* la actividad antifúngica de las formulaciones de jabón con distintas concentraciones del extracto etanólico de *B. pilosa* contra la cepa de referencia *Candida albicans*.

Determinar las propiedades organolépticas (color, olor, textura, consistencia y espumabilidad) y fisicoquímicas (pH) del jabón con mayor actividad anti-candida.

Marco de Referencia

Bidens pilosa

El estudio de las propiedades antifúngicas de *B. pilosa* se fundamenta en el conocimiento botánico, ecológico, fitoquímico y farmacológico de esta especie vegetal. En términos taxonómicos, *B. pilosa* (Figura 1) se clasifica dentro del reino *Plantae*, división *Magnoliophyta*, clase *Magnoliopsida*, orden *Asterales*, familia *Asteraceae* (una de las más extensas dentro de las plantas con flores). y género *Bidens* (POWO, 2023). Esta clasificación permite ubicarla dentro de un grupo de plantas ampliamente estudiadas por sus propiedades medicinales y su capacidad de adaptación a diversos entornos.

Figura 1

Planta Bidens pilosa en su hábitat natural



Nota: Fuente propia

B. pilosa es una planta herbácea anual de rápido crecimiento y amplia dispersión, que puede alcanzar entre 30 cm y 1,8 m de altura según las condiciones ambientales. Presenta tallo erecto, ramificado y sistema radicular pivotante, lo que favorece su adaptación a diversos suelos y ambientes (CABI, 2023). Sus hojas son opuestas, pecioladas, simples o compuestas, con lóbulos lanceolados y bordes aserrados (Bartolome et al., 1993). Además, desarrolla inflorescencias en capítulos con flores amarillas y blancas, y produce aquenios oscuros con ganchos que facilitan su dispersión (POWO, 2023; CABI, 2023).

En relación con su ecología, *B. pilosa* es originaria de América tropical, aunque actualmente presenta una distribución cosmopolita en regiones tropicales y subtropicales (CABI, 2023). Esta especie prospera en climas cálidos y húmedos, aunque también puede desarrollarse en zonas templadas. Se encuentra comúnmente en terrenos agrícolas, bordes de caminos y jardines mostrando una alta capacidad de adaptación a suelos tanto fértiles como pobres, además se ha descrito que su carácter invasivo se debe a la elevada producción de semillas y eficiente mecanismo de dispersión. (Holm et al., 1997).

Considerando la etnobotánica, *B. pilosa* ha sido utilizada tradicionalmente en diversas culturas para el tratamiento de infecciones, inflamaciones y afecciones cutáneas, lo que ha motivado múltiples estudios científicos orientados a validar sus propiedades terapéuticas (Bartolome et al., 2013). En este sentido, investigaciones han demostrado que esta especie posee una amplia variedad de metabolitos secundarios, entre los que destacan flavonoides, compuestos fenólicos, poliacetilenos y terpenoides, responsables de sus actividades biológicas (Deba et al., 2008; Bartolome et al., 2013).

Estos compuestos bioactivos presentan mecanismos de acción relevantes frente a microorganismos, entre ellos hongos. Como mecanismo de acción para estos metabolitos se ha

descrito la capacidad de alterar la permeabilidad de la membrana celular, generar daño estructural y afectar procesos metabólicos esenciales. Particularmente, algunos compuestos fenólicos han demostrado interferir en la biosíntesis del ergosterol, componente fundamental de la membrana celular de los hongos, lo que contribuye a su actividad antifúngica frente a especies como *C. albicans* (Calderín-Miranda et al., 2021).

Diversos estudios han reportado que los extractos etanólicos de *B. pilosa* presentan actividad inhibitoria frente a diferentes especies del género *Candida*, lo que respalda su potencial como fuente de agentes antifúngicos naturales (Deba et al., 2008).

Una investigación realizada con extracto etanólico de hojas de *B. pilosa*, recolectadas en Mocoa (Putumayo), demostró que este posee actividad antifúngica al inhibir el crecimiento de *C. albicans* y *C. auris*. La concentración mínima inhibitoria (CMI) requerida para generar este efecto fue de 500 µg/mL. Asimismo, se evidenció que el extracto no solo inhibe el desarrollo de estos hongos, sino que también puede ejercer un efecto fungicida, cuya intensidad depende de la concentración empleada (Vargas et al., 2023).

A las concentraciones evaluadas, el extracto presentó baja actividad hemolítica y exhibió un efecto sobre la viabilidad celular en fibroblastos cercana al 60 %, lo que sugiere un perfil de seguridad favorable (Vargas et al., 2023). En cuanto a su mecanismo de acción, se ha propuesto que se relaciona con la alteración de estructuras celulares esenciales, como la pared y la membrana celular, así como con la inducción de estrés oxidativo asociado a daño mitocondrial, lo que finalmente conduce a la muerte de *C. albicans*, asimismo, esta actividad se atribuye a la acción sinérgica de sus metabolitos secundarios, lo que le confiere un efecto multifactorial frente a los microorganismos. (Vargas et al., 2024).

Las características botánicas, ecológicas y fitoquímicas de *B. pilosa* sustentan su importancia como recurso natural con potencial farmacológico, especialmente en el desarrollo de alternativas terapéuticas frente a infecciones fúngicas.

Candida albicans

C. albicans es un hongo levaduriforme perteneciente al filo *Ascomycota*, considerado un microorganismo eucariota de gran importancia en el ámbito médico debido a su compleja biología y capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales. Este microorganismo presenta características estructurales y funcionales que le permiten sobrevivir tanto en condiciones saprofíticas como en entornos asociados al hospedero humano. (Calderone y Clancy, 2012).

C. albicans posee una pared celular compuesta principalmente por glucanos, mananos y quitina, estructuras que cumplen funciones esenciales en la protección, integridad y reconocimiento celular. La membrana plasmática contiene ergosterol como principal componente lipídico, el cual es fundamental para mantener la fluidez y funcionalidad de la célula fúngica, y constituye una de las principales dianas de los antifúngicos (Gow y Yadav, 2017).

Una de las características más relevantes de *C. albicans* es su plasticidad morfológica, ya que puede alternar entre formas de levadura, pseudohifas e hifas verdaderas en respuesta a cambios en el ambiente, como temperatura, pH y disponibilidad de nutrientes. Esta capacidad de transición morfológica le permite adaptarse a diferentes condiciones y desempeña un papel clave en su supervivencia y colonización (Gow y Yadav, 2017).

Adicionalmente, *C. albicans* posee mecanismos especializados de adhesión a superficies biológicas, mediadas por proteínas específicas de la pared celular conocidas como adhesinas. Estas estructuras facilitan la interacción con células epiteliales y otros sustratos, constituyendo

un paso fundamental en la colonización y establecimiento del microorganismo (Calderone y Clancy, 2012).

Otro aspecto fundamental en la biología de este hongo es su capacidad para formar biopelículas estructuradas, compuestas por células organizadas en capas y rodeadas por una matriz extracelular rica en polisacáridos. Estas biopelículas presentan una arquitectura compleja que contribuye a la protección del microorganismo frente a factores externos, limitando la penetración de agentes antifúngicos y favoreciendo su persistencia (Gulati y Nobile, 2016).

Adicionalmente, *C. albicans* cuenta con una gran capacidad metabólica que le permite utilizar diversas fuentes de carbono y adaptarse a condiciones de estrés ambiental. Además, puede regular la expresión de genes asociados a resistencia, lo que le confiere ventajas adaptativas frente a agentes antimicrobianos (Cowen et al., 2015).

El estudio de *C. albicans* también es relevante debido a su capacidad de desarrollar mecanismos de resistencia a antifúngicos. Entre estos mecanismos se incluyen la sobreexpresión de bombas de flujo, la modificación de la estructura de la membrana celular y la regulación de vías metabólicas que disminuyen la efectividad de los fármacos (Cowen et al., 2015). Estos procesos representan un desafío importante en el desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas.

Candidiasis

La candidiasis es un conjunto de infecciones causadas por levaduras del género *Candida*, siendo *C. albicans* la especie más frecuentemente asociada a infecciones en humanos (Calderone y Clancy, 2012). Estas infecciones abarcan un amplio espectro clínico que incluye desde manifestaciones superficiales hasta infecciones invasivas potencialmente mortales, dependiendo principalmente del estado inmunológico del hospedero y de la presencia de factores predisponentes (Pappas et al., 2018).

En condiciones fisiológicas normales, las especies de *Candida* forman parte de la microbiota del ser humano, colonizando áreas como la cavidad oral, el tracto gastrointestinal y el sistema genitourinario. No obstante, alteraciones en el equilibrio microbiano, como el uso prolongado de antibióticos de amplio espectro, cambios hormonales, enfermedades metabólicas o estados de inmunosupresión, pueden favorecer la proliferación excesiva de este microorganismo y su transición hacia un estado patogénico (Gow y Yadav, 2017).

La patogenicidad de *C. albicans* está asociada a diversos factores de virulencia, entre los que se destacan su capacidad de adhesión a células epiteliales, la secreción de enzimas hidrolíticas (como proteasas y fosfolipasas) y su capacidad de transición morfológica entre formas de levadura e hifas. Esta última le permite invadir tejidos y evadir mecanismos de defensa del hospedero (Gow y Yadav, 2017).

Adicionalmente, la formación de biopelículas constituye uno de los mecanismos más importantes en la persistencia de las infecciones por *Candida*. Estas estructuras complejas están formadas por comunidades celulares rodeadas de una matriz extracelular que limita la penetración de antifúngicos y protege a las células frente a la respuesta inmune, lo que contribuye significativamente a la resistencia antifúngica (Gulati y Nobile, 2016; Cowen et al., 2015).

En términos clínicos, la candidiasis se clasifica en candidiasis mucocutánea, cutánea e invasiva. La candidiasis invasiva representa una de las principales causas de infecciones fúngicas sistémicas en pacientes hospitalizados, con altas tasas de morbilidad y mortalidad, lo que ha llevado a la OMS a incluir a *C. albicans* dentro de los patógenos prioritarios para la investigación y desarrollo de nuevos tratamientos (WHO, 2022).

Candidiasis Cutánea

La candidiasis cutánea es una infección superficial que afecta la piel y es causada principalmente por *C. albicans*. Se desarrolla en condiciones que favorecen la humedad, el calor y la oclusión, factores que alteran la integridad de la barrera cutánea y facilitan la colonización del hongo (DermNet NZ, 2023).

Esta afección se localiza con mayor frecuencia en pliegues cutáneos, como axilas, ingles, región submamaria, zona perineal y espacios interdigitales, donde la maceración de la piel crea un ambiente propicio para el crecimiento del microorganismo. Clínicamente, se caracteriza por lesiones eritematosas bien delimitadas, acompañadas de prurito, ardor, descamación y la presencia de pústulas satélite, que son un signo característico de esta infección (Palacios et al., 2011).

La candidiasis cutánea implica la adhesión del hongo a la superficie epidérmica, seguida de la proliferación celular y, en algunos casos, la invasión superficial de los tejidos. La producción de enzimas hidrolíticas contribuye a la degradación de componentes de la piel, facilitando la diseminación local de la infección (Gow y Yadav, 2017).

Entre los factores predisponentes más relevantes se encuentran la humedad prolongada, la fricción en pliegues cutáneos, la obesidad, la diabetes mellitus, el uso de ropa ajustada, la mala higiene y el uso prolongado de antibióticos o corticosteroides (DermNet NZ, 2023). Estos factores alteran la microbiota cutánea y disminuyen las defensas locales, favoreciendo el crecimiento de *Candida*.

El tratamiento de la candidiasis cutánea se basa principalmente en la administración de antifúngicos tópicos, siendo los azoles (clotrimazol, miconazol y ketoconazol) y los polienos (nistatina) los fármacos de primera elección. Estos actúan alterando la membrana celular del

hongo, lo que provoca la inhibición de su crecimiento o su eliminación. En casos más extensos, recurrentes o resistentes, puede requerirse el uso de antifúngicos sistémicos como el fluconazol o itraconazol (Pappas et al., 2016).

Sin embargo, en los últimos años se ha evidenciado un incremento en la resistencia de *C. albicans* a estos tratamientos, asociado a diversos mecanismos como la formación de biopelículas, la sobreexpresión de bombas de eflujo y modificaciones en la diana farmacológica (Cowen et al., 2015; Gulati y Nobile, 2016). Además, el uso prolongado de antifúngicos puede generar efectos adversos como irritación cutánea, alteraciones gastrointestinales en tratamientos sistémicos y posibles interacciones farmacológicas, lo que limita su uso en ciertos pacientes.

Jabón

El uso de formulaciones tópicas constituye una estrategia ampliamente empleada para la administración de compuestos con actividad antimicrobiana, debido a su capacidad de actuar directamente sobre la superficie de la piel. En este contexto, los jabones representan una forma farmacéutica y cosmética relevante, ya que combinan propiedades de limpieza con la posibilidad de incorporar principios activos con funciones específicas (Ansel et al., 2013).

Desde la composición química, los jabones son sales de ácidos grasos obtenidas mediante un proceso denominado saponificación, en el cual grasas o aceites reaccionan con una base fuerte, generalmente hidróxido de sodio o potasio. Este proceso da lugar a compuestos con propiedades anfipáticas, es decir, que poseen una parte hidrofílica y otra hidrofóbica, lo que les permite interactuar tanto con el agua como con sustancias lipídicas (Rieger, 2000).

Esta característica anfipática es fundamental para su mecanismo de acción, ya que permite la emulsificación de grasas, suciedad y microorganismos presentes en la piel, facilitando su eliminación mediante el enjuague. De esta manera, los jabones no solo contribuyen a la

higiene, sino que también desempeñan un papel importante en la reducción de la carga microbiana cutánea (McDonnell y Russell, 1999).

En el desarrollo de productos con actividad específica, como en el caso de esta investigación, los jabones pueden actuar como vehículos para la incorporación de compuestos bioactivos. En particular, los jabones a base de glicerina han ganado relevancia debido a sus propiedades humectantes, su compatibilidad con la piel y capacidad para mantener la estabilidad de los principios activos (Fluhr et al., 2008; Becker et al., 2019).

La glicerina, también denominada glicerol, es un alcohol trihidroxilado ($C_3H_8O_3$) con elevada capacidad higroscópica, lo que le permite atraer y retener agua. Esta propiedad humectante contribuye a mantener la hidratación cutánea, reducir la resequedad y mejorar la suavidad de la piel (Rowe et al., 2009; Fluhr et al., 2008). Además, puede favorecer la elasticidad de la piel y contribuir al mantenimiento de la función barrera del estrato córneo al disminuir la pérdida transepidérmica de agua, aspecto relevante en productos de uso frecuente (Lodén, 2003).

De igual manera, la presencia de glicerina en formulaciones jabonosas puede mejorar las propiedades sensoriales del producto y favorecer la distribución homogénea de los compuestos incorporados dentro de la matriz. Por ello, este tipo de base resulta pertinente para evaluar la incorporación del extracto etanólico de *B. pilosa* en una formulación tópica tipo jabón, siempre que se verifique si la adición del extracto modifica características como pH, textura, consistencia, estabilidad y capacidad espumante (Rieger, 2000).

Jabones como Fitoterapéuticos

El desarrollo de jabones enriquecidos con extractos vegetales ha adquirido interés en el campo cosmético y farmacéutico, debido a la posibilidad de incorporar compuestos de origen natural con actividad biológica. Estos productos no deben entenderse únicamente como agentes

de limpieza, sino como matrices tópicas que pueden servir para evaluar la estabilidad, liberación y actividad funcional de metabolitos presentes en extractos vegetales, especialmente cuando se busca explorar su potencial antimicrobiano o antifúngico (Ansel et al., 2013; Montville y Schaffner, 2011).

Diversos estudios han evaluado la eficacia de jabones y productos de higiene con agentes antimicrobianos, evidenciando su actividad frente a microorganismos patógenos. Por ejemplo, se ha demostrado que estos productos pueden reducir significativamente la carga microbiana en la piel, además de presentar propiedades fisicoquímicas adecuadas para su uso tópico (Kim et al., 2015).

Otro estudio corresponde a una investigación realizada en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Perú), en la cual se evaluó *in vitro* el efecto antimicótico de extractos etanólicos de *Psidium guajava*, *Verbena officinalis* y *Piper angustifolium* frente a hongos dermatofitos como *Trichophyton sp.* y *Microsporum sp.* Los resultados evidenciaron que concentraciones superiores al 70 % de los extractos de *V. officinalis* y *P. angustifolium* presentaron un mayor efecto inhibitorio sobre el crecimiento de estos microorganismos. Dicho efecto se atribuye a la acción de metabolitos secundarios como fenoles, taninos, flavonoides y saponinas, los cuales poseen reconocida actividad antifúngica (Sánchez Pezo, 2010).

En otro estudio, Corzo y Gaitán (2017) analizaron jabones sólidos y líquidos formulados con extracto etanólico de *Hypericum mexicanum* en concentraciones de 0,1 % y 0,2 %. Los resultados evidenciaron actividad inhibitoria frente a bacterias como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y *Pseudomonas aeruginosa*. Asimismo, se observó que las formulaciones con extracto vegetal presentaron una mayor capacidad de

inhibición bacteriana en comparación con jabones comerciales, lo que resalta su potencial como alternativas naturales para la higiene con propiedades antimicrobianas.

Otra investigación desarrolló un jabón con actividad antibacteriana y antifúngica a partir de extracto de hojas de *Rhinacanthus nasutus*, evaluando su eficacia frente a bacterias y hongos como *Aspergillus niger* y *C. albicans*. El jabón formulado, con una concentración de 25 mg/mL de extracto, mostró zonas de inhibición del crecimiento microbiano que oscilaron entre $0,7 \pm 0,1$ mm y $1,3 \pm 0,1$ mm, este estudio evidencia la posibilidad de incorporar extractos vegetales en matrices jabonosas y evaluar su actividad mediante ensayos microbiológicos *in vitro*. (Rahman et al., 2024).

Además de la actividad biológica, las formulaciones jabonosas deben conservar características fisicoquímicas y sensoriales adecuadas. Entre estas se incluyen un pH compatible con el uso tópico, generalmente ubicado entre 7 y 10 para jabones cosméticos, así como una adecuada formación de espuma, contenido de materia grasa total, baja alcalinidad libre, humedad controlada, dureza y estabilidad física. Estos parámetros son relevantes porque influyen en la durabilidad, aceptabilidad, desempeño general y compatibilidad del producto con la piel (Rieger, 2000; Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC], 2001)

En este contexto, la formulación de un jabón con extracto etanólico de *B. pilosa* se sustenta en la evidencia previa sobre el uso de extractos vegetales en productos tópicos con actividad antimicrobiana. Dado que la matriz jabonosa puede modificar la disponibilidad y difusión de los compuestos bioactivos, este estudio evalúa de manera preliminar si el extracto conserva su actividad inhibitoria frente a *C. albicans* SC5314, junto con sus propiedades fisicoquímicas y organolépticas básicas.

Metodología

Diseño de la Investigación

La investigación tiene un diseño experimental basado en la actividad antifúngica del extracto etanólico de *B. pilosa*.

Tipo de Investigación

Según la naturaleza del estudio y los objetivos propuestos, se llevó a cabo una investigación experimental de tipo *in vitro*, con un enfoque mixto y un diseño transversal y analítico, orientada a evaluar la actividad y eficacia del jabón elaborado con extracto etanólico de hojas de *B. pilosa* con propiedades antifúngicas y la percepción del mismo al contacto con la piel.

Muestra

La muestra de estudio fueron las hojas de *B. pilosa* recolectadas en el municipio de Mocoa, Putumayo.

Identificación de Variables

Variable independiente: Concentración del extracto etanólico de hojas de *B. pilosa* en la formulación jabonosa.

Variables dependientes: (i) Actividad antifúngica cuyo indicador es el diámetro halo de inhibición, (ii) Aceptabilidad organoléptica, cuyo indicador es la puntuación hedónica por atributo y (iii) pH, para el cual, el indicador es el valor de pH medido.

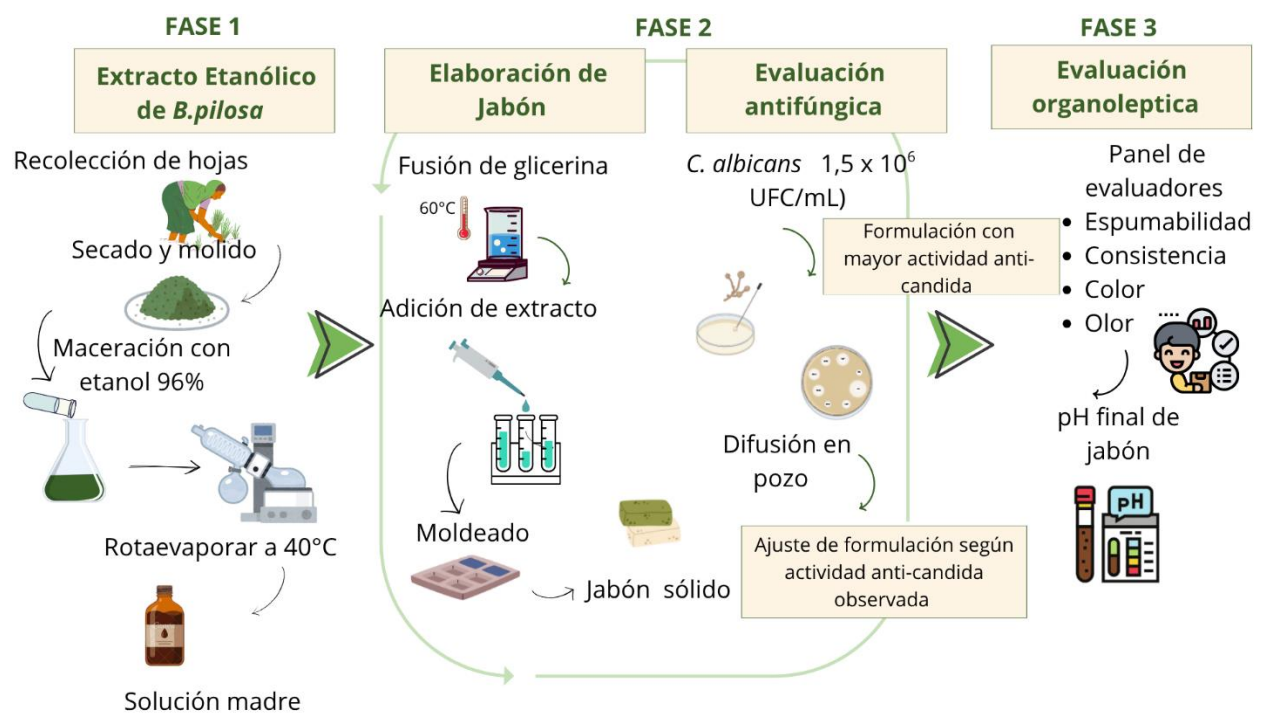
Diseño Metodológico

El diseño metodológico de esta investigación se estructuró en tres fases secuenciales tal como se observa en la Figura 2. Primero, la obtención de un extracto etanólico de *B. pilosa* mediante secado, maceración y rotaevaporación; segundo, la elaboración de un jabón sólido con

una base de glicerina incorporando dicho extracto y tercero, la evaluación de su actividad antifúngica frente a *C. albicans* SC5314 mediante el método de difusión en pozo, seguido de un análisis organoléptico y la medición de su pH, con el fin de valorar de manera preliminar tanto la respuesta antifúngica como las características básicas de la formulación obtenida.

Figura 2

Diseño metodológico en tres fases



Nota: Elaboración propia

Obtención y Preparación del Extracto de *B. pilosa*

La obtención del extracto de *B. pilosa* se llevó a cabo con el apoyo del Grupo de Investigación de Fitoquímica de la Pontificia Universidad Javeriana (PUJ), siguiendo el protocolo descrito por Vargas et al. (2023), replicando las condiciones metodológicas empleadas en dicho estudio, cuyo primer paso es la recolección de las hojas de *B. pilosa* en el municipio de Mocoa, Putumayo (Colombia); específicamente en las coordenadas 1.17512521 N y

76.65982164 O. Esta actividad se realizó bajo el Permiso Marco para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con fines de Investigación Científica No Comercial, otorgado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) mediante la Resolución 2334 del 10 de octubre de 2023.

Posteriormente, el material vegetal se lavó con una solución de hipoclorito de sodio al 0,5% para eliminar posibles contaminantes superficiales, y se secó en horno con circulación de aire a 40 °C durante 72 horas con el fin de asegurar una deshidratación adecuada. Una vez seco, el material se trituró hasta obtener partículas finas que facilitaron el proceso de extracción.

La extracción del material vegetal se llevó a cabo mediante maceración, utilizando etanol al 96% como solvente en una proporción de 1:10 (p/v). En la extracción por maceración se ejecutaron cuatro ciclos consecutivos de 72 horas cada uno a temperatura ambiente, protegidos de la luz y con renovación del solvente en cada ciclo. El extracto obtenido se concentró por evaporación rotatoria a presión reducida, sin exceder los 40 °C, a fin de evitar la degradación térmica de compuestos sensibles.

Finalmente, el extracto concentrado se disolvió en dimetilsulfóxido (DMSO) para preparar una solución madre a una concentración de 1557 mg/mL, la cual se almacenó a -20 °C en viales de vidrio ámbar debidamente etiquetados. Esta solución se empleó en los ensayos biológicos, incluyendo controles con DMSO para garantizar la validez experimental.

Formulación de Jabón con Extracto Etanólico de *B. pilosa*

Para el desarrollo del estudio se elaboraron jabones con una base jabonosa glicerizada previamente elaborada como medio de incorporación de los compuestos bioactivos, usando el método de fusión y vertido (Guzman, 2022), aquí la base se corta en trozos pequeños y se funde a baño maría a temperaturas entre 60 °C y 70 °C, evitando la ebullición. Una vez fundida

completamente, se deja enfriar hasta los 50 °C, temperatura a la cual se incorpora el extracto etanólico de *B. pilosa* a concentraciones finales de entre inicialmente 0,25 mg/mL y 200 mg/mL.

De la misma forma, se prepararon las formulaciones de control metodológico, con el fin de verificar el efecto de la matriz jabonosa, del solvente y antifúngico de referencia. Como control de matriz, se elaboró un jabón constituido exclusivamente por la matriz base de glicerina; como control de solvente, se preparó una formulación de jabón con DMSO en concentraciones equivalentes a las utilizadas en las diluciones del extracto; y un control positivo adicionando Fluconazol (FLU) en concentraciones entre 7,8 µg/mL y 250 µg/mL.

Posteriormente, la mezcla homogénea se vertió en moldes y se dejó enfriar a temperatura ambiente hasta su solidificación. Finalmente, los jabones se desmoldaron y se envolvieron en papel film para evitar la absorción de humedad ambiental.

Evaluación de la actividad anti-Candida

El procedimiento se llevó a cabo siguiendo la metodología establecida por el Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio (CLSI) M44-A, método de difusión en levaduras, con modificaciones, así como lo descrito por Ortiz (2018), Chiliquinga (2023), Nalawade y colaboradores (2016) y Hulankova, R. (2024).

Para la preparación del agar, Mueller Hinton agar (MHA), primero se pesaron 38 g del medio en un matraz de 1000 mL. Posteriormente, se agregaron 1000 mL de agua destilada y se mezcló hasta que el agar estuvo completamente disuelto. Se llevó la mezcla a ebullición hasta que se disolvió y se autoclavó durante 35 minutos a 121°C. Finalmente, el agar esterilizado se vertió en placas de Petri estériles, se dejó solidificar a temperatura ambiente y se conservó a una temperatura de 2 - 8°C para su posterior uso (Merck KGaA, 2008).

Respecto a cepa de referencia *C. albicans* SC5314, se empleó una cepa proveniente del banco de cepas de la PUJ, conservada en el banco de cepas de la Institución Universitaria del Putumayo. Para su activación, la cepa se sembró en placas de agar YPD (Agar Extracto de Levadura Peptona Dextrosa) por 24 horas a 37°C.

Para la evaluación de la actividad anti-candida, se tomaron dos colonias aisladas (≥ 1 mm) de cultivo de 24 h de *C. albicans* SC5314 y se suspendieron en solución salina estéril al 0,85% ajustando la turbidez a 0,5 McFarland, equivalente a $1,5 \times 10^6$ UFC/mL. La suspensión ajustada se sembró en las placas de MHA con un hisopo de algodón estéril sobre la placa y dejando secar 3-5 minutos a temperatura ambiente.

Después se realizaron pozos de 8mm de diámetro, se adicionaron 100 μ L de cada extracto libres, formulaciones jabonosas previamente diluidas acorde a las concentraciones mencionadas anteriormente, y los controles y se incubaron las placas a 37°C por 24 horas.

Al concluir el periodo de incubación se observó la presencia de halos de inhibición y se midió el diámetro con el fin de determinar la actividad antifúngica frente a *C. albicans* de las formulaciones evaluadas y compararla con los respectivos controles experimentales. Como control negativo se empleó solución salina estéril, mientras que el control positivo correspondió a formulaciones de jabón con fluconazol. Adicionalmente, se incluyeron controles de técnica consistentes en jabón base sin extracto etanólico y jabón con DMSO, con el propósito de descartar posibles efectos atribuibles al vehículo o a la matriz jabonosa. Todos los tratamientos y controles fueron evaluados por duplicado o triplicado en ensayos independientes.

La medición de los halos de inhibición se realizó inicialmente por medio de una regla milimétrica y posteriormente se verificó a partir de fotografías digitales de las placas, utilizando

el software ImageJ, previamente calibrado con una escala de referencia en milímetros, permitiendo obtener mediciones precisas del diámetro de inhibición.

Posteriormente, los datos fueron organizados y analizados mediante análisis de varianza de una vía (ANOVA), con el fin de identificar diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones evaluadas y los controles. Cuando se encontraron diferencias significativas, se aplicó la prueba post hoc de Tukey para establecer entre qué grupos se presentaban dichas diferencias. El análisis se realizó considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Pruebas Organolépticas y pH de la Formulación de jabón de *B. pilosa* con mayor actividad

Con el propósito de determinar la aceptabilidad del producto terminado y evaluar posibles alteraciones físicas derivadas de la incorporación del extracto, se llevó a cabo un análisis sensorial descriptivo y de preferencia mediante la aplicación de una encuesta estructurada, siguiendo los lineamientos metodológicos propuestos por Gutiérrez (2018).

Para la evaluación organoléptica de la formulación, se consideraron los atributos de color, olor, textura, consistencia y espumabilidad. Cada atributo fue valorado mediante una escala hedónica de 9 puntos, de carácter cualitativo y cuantitativo, organizada de la siguiente manera: 1) Me disgusta extremadamente 2) Me disgusta muchísimo 3) Me disgusta moderadamente, 4) Me disgusta ligeramente, 5) Ni me gusta ni me disgusta, 6) Me gusta ligeramente, 7) Me gusta moderadamente, 8) Me gusta muchísimo y 9) Me gusta extremadamente.

El estudio se ejecutó mediante un panel cerrado integrado por 20 evaluadores seleccionados bajo criterios específicos, los cuales exigieron: agudeza normal en los sentidos de la visión, olfato y tacto; ausencia de antecedentes de hipersensibilidad o alergias cutáneas a productos cosméticos; disposición de tiempo y voluntariedad formalizada a través de la firma

previa de un consentimiento informado. Asimismo, se priorizaron individuos con nociones básicas en pruebas sensoriales y usuarios frecuentes de productos de higiene personal.

Durante la sesión de evaluación, se solicitó a los panelistas calificar de forma independiente los cinco atributos definidos: color, olor, textura, consistencia y espumabilidad. Para ello, se emplearon dos muestras codificadas: el jabón formulado con extracto etanólico de *B. pilosa* que presentó la mayor actividad antifúngica en los ensayos *in vitro*, y un jabón comercial glicerinado utilizado como referencia de comparación. Esta muestra comercial fue seleccionada por corresponder a un producto de uso cotidiano enriquecido con glicerina, lo que permitió contrastar la aceptabilidad organoléptica de la formulación experimental frente a un producto disponible en el mercado. Los formatos de las encuestas aplicadas se relacionan en el Apéndice A. Por protección de datos personales, en el Apéndice B se incluye únicamente el modelo de consentimiento informado utilizado, mientras que los consentimientos firmados reposan bajo custodia de las investigadoras y podrán ser presentados ante la instancia académica competente en caso de ser requeridos.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva y sometidos a una prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. La comparación se realizó de manera independiente para los atributos de color, olor, textura, consistencia y espumabilidad.

Por otro lado, también se calculó el pH final de jabón mediante el uso de tirillas indicadoras de pH. Este procedimiento se llevó a cabo disolviendo una pequeña cantidad de cada jabón en agua destilada, para luego sumergir la tira reactiva y comparar el cambio de color obtenido con la escala cromática de referencia, el proceso se repitió por 4 veces y por último se calculó la media en comparación con un jabón de control sin extracto y comercial.

Resultados y Discusión

Se presentan a continuación los resultados y su discusión de acuerdo con las fases establecidas en el diseño metodológico del estudio (Figura 2), las cuales permitieron organizar de manera secuencial la obtención del extracto, la formulación del jabón, la evaluación de la actividad antifúngica, la selección de la formulación con mayor actividad anti-candida y su posterior caracterización organoléptica y fisicoquímica.

Fase 1. Obtención del Extracto Etanólico de *Bidens pilosa*

Para la obtención del extracto empleado en las formulaciones, se partió de aproximadamente 120 g de hojas secas de *B. pilosa* recolectadas en el municipio de Mocoa, Putumayo. A partir de este material vegetal se obtuvo 6,2 g de extracto etanólico crudo, lo que representa un rendimiento aproximado del 5%. Posteriormente el extracto fue solubilizado en dimetilsulfóxido (DMSO) hasta obtener una solución madre de 1557 mg/mL, la cual fue almacenada en refrigeración para su posterior uso en la preparación de las formulaciones jabonosas y controles experimentales.

El rendimiento del extracto etanólico crudo de hojas de *B. pilosa* obtenido en el presente estudio (~5%) es comparable al reportado en investigaciones previas con la misma especie. Rosales-Ticlavilca (2025) obtuvo un rendimiento del 4% a partir de 150 g de hojas secas de *B. pilosa*, empleando maceración etanólica al 96% durante 15 días con agitación periódica, filtración con papel Whatman y evaporación mediante rotavapor, seguida de secado en estufa a 40 °C por 48 horas. De igual forma, estudios con hojas de esta especie bajo condiciones similares han reportado rendimientos de 1,3% (Chafla y Silva, 2023), mientras que trabajos realizados con planta entera han alcanzado hasta 9,4% (Arroyo et al, 2023).

Estas diferencias indican que la recuperación del extracto puede variar según la parte de la planta utilizada y las condiciones específicas del proceso de extracción. En este sentido, el valor obtenido en el presente estudio se ubica dentro del rango reportado para extractos etanólicos de *B. pilosa* y permitió disponer de una cantidad suficiente de extracto crudo para preparar la solución madre y continuar con la formulación de los jabones experimentales.

Fase 2. Formulación Inicial del Jabón y Ajuste según Actividad Anti-candida Observada

La segunda fase se desarrolló mediante una secuencia de ajuste progresivo, orientada a definir las condiciones más adecuadas para evaluar la actividad antifúngica del extracto etanólico de *B. pilosa* y su posterior incorporación en una matriz de glicerina. Esta fase incluyó un proceso de formulación guiado por la actividad anti-candida observada en los ensayos preliminares, como se describe a continuación:

Ensayo preliminar del extracto libre por difusión en disco

Previo a la incorporación del extracto etanólico de *B. pilosa* en la matriz jabonosa, se realizó una fase preliminar de ajuste metodológico para definir las condiciones más adecuadas de evaluación antifúngica del extracto libre frente a *C. albicans* SC5314. Inicialmente, se contempló el uso del método de difusión en disco; al ser uno de los métodos más usado para ensayos de susceptibilidad de productos naturales (Hulankova, 2024; Hossain, 2024).

Este procedimiento se planteó tomando como referencia los valores reportados por Vargas et al. (2023), quienes describieron una CMI de 500 µg/mL y una concentración mínima fungicida (CMF) de 1000 µg/mL para el extracto etanólico de *B. pilosa* frente a especies de *Candida*. Con base en estos antecedentes, se evaluaron concentraciones del extracto entre 125 µg/mL y 1000 µg/mL, junto con fluconazol como control positivo y DMSO como control de solvente.

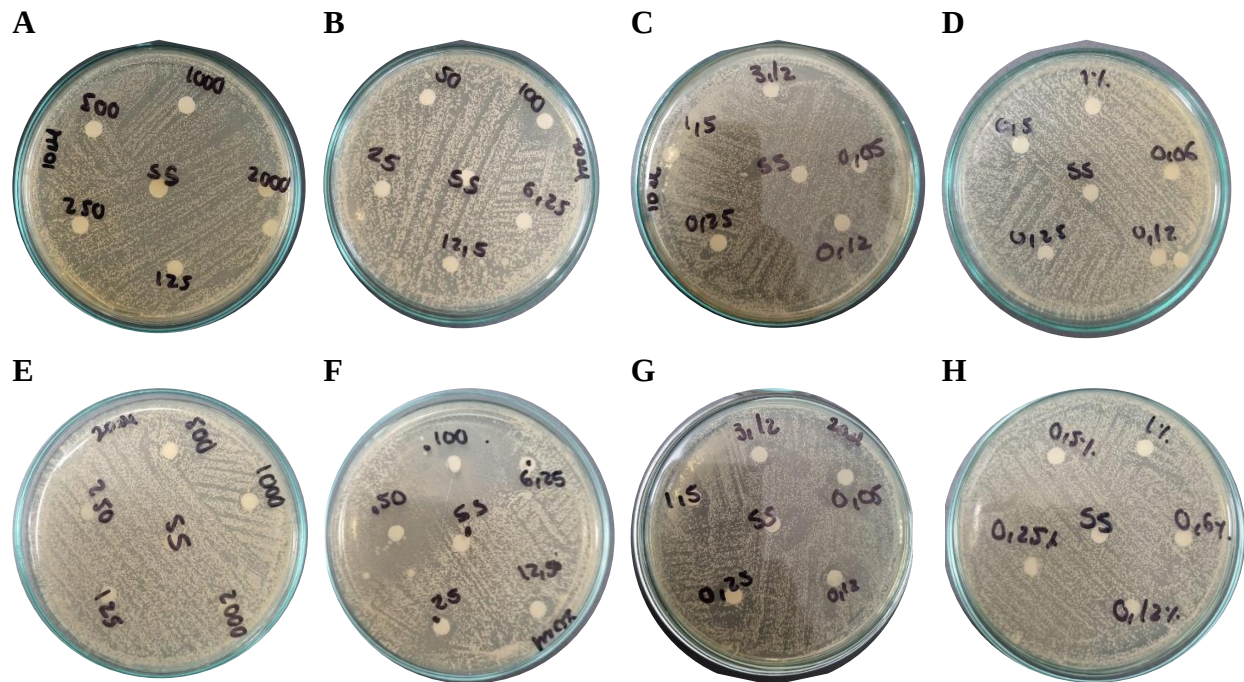
Para esta aproximación se emplearon discos de papel filtro estériles, en los cuales se depositaron dos volúmenes de muestra, 10 μ L y 20 μ L, con el fin de observar si el volumen aplicado influía en la formación de halos de inhibición. Las placas fueron previamente inoculadas con *C. albicans* SC5314 y posteriormente incubadas bajo las condiciones establecidas para el ensayo.

En esta primera evaluación no se observaron halos de inhibición asociados al extracto etanólico de *B. pilosa* en las concentraciones y volúmenes evaluados. Durante el ensayo se evidenció que el papel filtro disponible presentaba una capacidad limitada para retener y transferir un volumen adecuado del extracto hacia el agar, lo que pudo disminuir la cantidad efectiva de muestra disponible para difundirse en el medio y afectar la formación de halos de inhibición.

En contraste, el control positivo con fluconazol generó halos únicamente en las concentraciones más altas, 100 μ g/mL y 50 μ g/mL, cuando se aplicó un volumen de 20 μ L por disco. Por esta razón, la ausencia de halos con el extracto en esta etapa no se interpretó como ausencia definitiva de actividad antifúngica, sino como una posible limitación técnica del sistema de aplicación empleado (Figura 3).

Figura 3

Ensayo preliminar del extracto etanólico de B. pilosa libre por difusión en disco frente a C. albicans SC5314



Nota: Los paneles A–D corresponden a tratamientos evaluados con un volumen de 10 µL por disco, mientras que los paneles E–H corresponden a tratamientos evaluados con 20 µL por disco. A y E: extracto etanólico libre de *B. pilosa* en concentraciones de 125 a 1000 µg/mL. B, C, F y G: fluconazol en concentraciones de 0,05 a 100 µg/mL. D y H: DMSO en concentraciones de 0,06% a 1%.

Ensayo preliminar del extracto libre por difusión en pozo

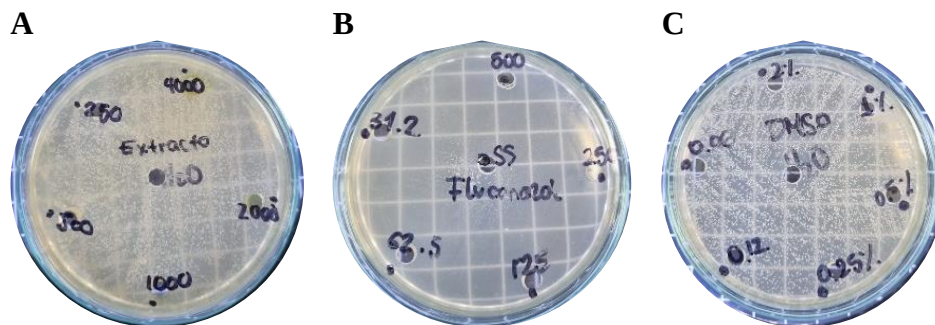
Con base en los resultados obtenidos en el ensayo preliminar por difusión en disco, se decidió emplear el método de difusión en pozo, considerado una modificación de las técnicas de difusión en agar (Hulankova, 2024). Esta técnica permitió adicionar un volumen mayor y más controlado de muestra en cada cavidad del medio de cultivo, lo que resultaba pertinente para evaluar el extracto etanólico libre de *B. pilosa*.

Asimismo, se decidió ampliar el rango de concentración del extracto, tomando como referencia los valores de CMI y CMF reportados por Vargas et al. (2023). De esta manera, se evaluaron concentraciones entre 250 y 4000 $\mu\text{g/mL}$ frente a *C. albicans* SC5314, con el fin de explorar si concentraciones superiores a las inicialmente ensayadas permitían evidenciar actividad antifúngica mediante difusión en agar.

Bajo las condiciones experimentales evaluadas por difusión en pozo, no se observaron halos de inhibición visibles asociados al extracto etanólico libre de *B. pilosa* en el rango de 250 a 4000 $\mu\text{g/mL}$ frente a *C. albicans* SC5314. En contraste, el control positivo con fluconazol presentó halos de inhibición en todas las concentraciones evaluadas, desde 31,2 hasta 500 $\mu\text{g/mL}$ (Figura 4), lo que confirmó la susceptibilidad de la cepa y la funcionalidad del método empleado. Este comportamiento sugiere que, a diferencia del extracto vegetal, el fluconazol presentó una mayor disponibilidad y capacidad de difusión en el agar, permitiendo ejercer su actividad antifúngica de manera detectable bajo las condiciones del ensayo.

Figura 4

Evaluación preliminar del extracto etanólico de B. pilosa libre por difusión en pozo frente a C. albicans SC5314



Nota: A: Extracto etanólico de *B. pilosa* evaluado en concentraciones de 250 $\mu\text{g/mL}$ a 4000 $\mu\text{g/mL}$. B: Fluconazol evaluado en concentraciones de 31,2 $\mu\text{g/mL}$ a 500 $\mu\text{g/mL}$. C: DMSO

evaluado en concentraciones de 2% a 0,06%. El ensayo se realizó por duplicado, las imágenes de la réplica 2, se encuentra en el Apéndice C.

Este resultado del extracto de *B. pilosa* no necesariamente contradice lo reportado por Vargas et al. (2023), dado que en dicho estudio la CMI y la CMF fueron determinadas mediante microdilución en caldo, mientras que en este estudio se utilizó difusión en agar. Esta diferencia en el resultado puede explicarse debido a que, en la microdilución, el extracto permanece en contacto directo y homogéneo con el microorganismo en un medio líquido, lo que facilita la interacción entre los metabolitos activos y las células fúngicas. En cambio, en la difusión en pozo, la formación del halo depende no solo de la actividad antifúngica del extracto, sino también de su capacidad para difundirse desde el pozo hacia el agar (Bubonja-Šonje, 2020; Balouiri et al, 2016).

Formulación exploratoria de jabón con extracto de B. pilosa

A partir de la ausencia de halos de inhibición en el tamizaje inicial del extracto libre entre 250 y 4000 µg/mL, se decidió avanzar hacia una formulación jabonosa exploratoria con una concentración superior de extracto etanólico de *B. pilosa*. Esta decisión respondió a la necesidad de evaluar si, al incorporarse en una matriz glicerizada, el extracto podía expresar actividad antifúngica detectable mediante difusión en pozo. Este ajuste fue pertinente, considerando que en los métodos de difusión en agar la formación del halo depende no solo de la actividad biológica del extracto, sino también de su solubilidad, disponibilidad, concentración y capacidad de difusión en el medio sólido (Balouiri et al., 2016; Bubonja-Šonje et al., 2020).

Para definir la concentración inicial de la formulación, se consideraron los resultados obtenidos en los ensayos previos, la concentración de la solución madre disponible y la proporción final de DMSO en el sistema. En este sentido, se seleccionó una formulación madre

de jabón glicerinado con extracto etanólico de *B. pilosa* a 200 mg/mL, equivalente aproximadamente al 20% p/v de extracto en la formulación. Esta concentración representó el valor máximo técnicamente incorporable bajo las condiciones del ensayo, manteniendo una proporción controlada de DMSO para evitar que el solvente interfiriera en la interpretación de la actividad antifúngica. Por esta razón, se incluyó un control de DMSO en concentración equivalente a la presente en la formulación con extracto.

La selección de una formulación exploratoria con alta carga de extracto también se sustentó en antecedentes de formulaciones jabonosas con extractos vegetales, en los cuales se ha observado que la actividad antimicrobiana puede variar según la concentración del extracto, la matriz utilizada y el microorganismo evaluado. Corzo y Gaitán (2017) evaluaron jabones sólidos y líquidos con extracto etanólico de *Hypericum mexicanum* en concentraciones de 0,1% y 0,2%, mientras que Kareru et al. (2010) elaboraron preparaciones herbales para el cuidado de la piel con extractos vegetales en concentraciones variables entre 0,0% y 15,0% p/p, reportando diferencias en la actividad antimicrobiana según la especie vegetal incorporada y la concentración utilizada.

Estos antecedentes indican que no existe una concentración única aplicable a todas las formulaciones jabonosas con extractos vegetales. Por el contrario, la concentración debe ajustarse experimentalmente de acuerdo con la naturaleza del extracto, la base empleada, el microorganismo evaluado y la respuesta biológica observada. Con base en lo anterior, para elaborar la formulación exploratoria de 200 mg/mL (Figura 5) se tomó 1284 μ L de la solución madre del extracto, cuya concentración era de 1557 mg/mL, y se completó a un volumen final de 10 mL con glicerina

Figura 5

Formulación exploratoria de Jabón con extracto de B. pilosa y sus respectivos controles.



Para el ensayo de difusión en pozo de las anteriores formulaciones jabonosas, se pesaron 0,5 g de la formulación exploratoria y se dispersaron en 1 mL de agua destilada estéril, obteniéndose una preparación acuosa equivalente a 200 mg/mL de extracto. A partir de esta preparación se realizaron diluciones seriadas 1:2, con el fin de evaluar un rango de concentraciones y observar hasta qué nivel se mantenía la actividad anti-candida (Tabla 1).

Tabla 1

Preparaciones evaluadas en la formulación exploratoria a partir de una formulación madre de jabón con extracto etanólico de B. pilosa

Código formulación	Preparación previa al ensayo	Dilución realizada	Concentración final
J1: Jabón con extracto a 200 mg/mL	0,5 g + 1 mL de agua destilada	Sin dilución	100 mg/mL
J2	Dilución seriada 1:2	Primera dilución	50 mg/mL
J3	Dilución seriada 1:2	Segunda dilución	25 mg/mL
J4	Dilución seriada 1:2	Tercera dilución	12,5 mg/mL
J5	Dilución seriada 1:2	Cuarta dilución	6,25 mg/mL

F1: Jabón con fluconazol a 250 µg/mL	0,5 g + 1 mL de agua destilada	Sin dilución	125 µg/mL
F2	Dilución seriada 1:2	Primera dilución	62,5 µg/mL
F3	Dilución seriada 1:2	Segunda dilución	31,2 µg/mL
F4	Dilución seriada 1:2	Tercera dilución	15,6 µg/mL
F5	Dilución seriada 1:2	Cuarta dilución	7,8 µg/mL
D1: Jabón con DMSO a 12,9 %	0,5 g + 1 mL de agua destilada	Sin dilución	6,4%
D2	Dilución seriada 1:2	Primera dilución	3,2%
D3	Dilución seriada 1:2	Segunda dilución	1,6%
D4	Dilución seriada 1:2	Tercera dilución	0,8%
D5	Dilución seriada 1:2	Cuarta dilución	0,4%
G1: Glicerina 100 %	0,5 g + 1 mL de agua destilada	Sin dilución	50%
G2	Dilución seriada 1:2	Primera dilución	25%
G3	Dilución seriada 1:2	Segunda dilución	12,5%
G4	Dilución seriada 1:2	Tercera dilución	6,25%
G5	Dilución seriada 1:2	Cuarta dilución	3,12%

Nota. Las concentraciones del jabón con extracto se expresan como concentración equivalente de extracto etanólico de *B. pilosa* en la preparación acuosa evaluada. Las concentraciones de fluconazol se expresan en µg/mL, mientras que los controles de DMSO y glicerina saponificada se expresan en porcentaje. Todas las preparaciones fueron evaluadas mediante difusión en pozo frente a *C. albicans* SC5314.

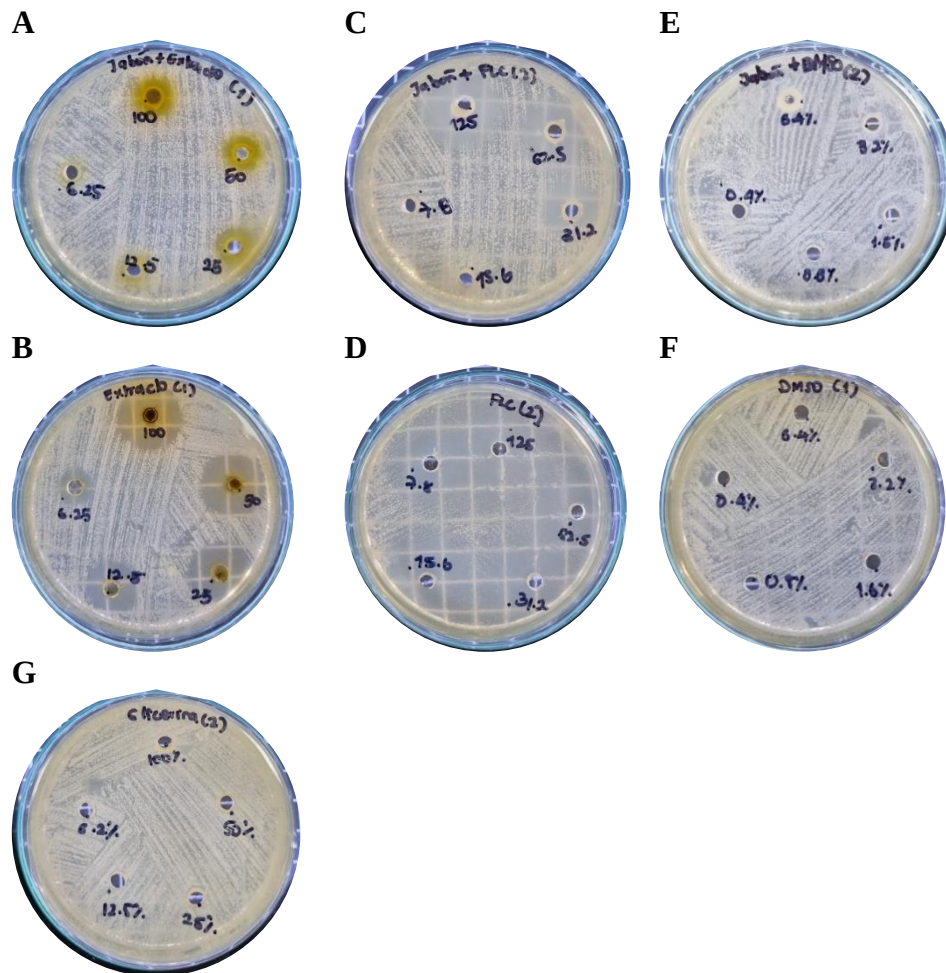
De manera paralela, se prepararon controles de fluconazol, DMSO y matriz glicerina (Figura 5). Para el control positivo, el fluconazol se incorporó en la matriz glicerina a una

concentración inicial de 250 µg/mL. Posteriormente, siguiendo el mismo procedimiento empleado para las formulaciones con extracto, se pesaron 0,5 g de la preparación y se dispersaron en 1 mL de agua destilada estéril, obteniéndose una concentración equivalente inicial de 125 µg/mL. A partir de esta preparación se realizaron diluciones seriadas base dos hasta 7,8 µg/mL. Asimismo, los controles de DMSO y glicerina saponificada se prepararon considerando la proporción de solvente presente en las formulaciones con extracto. La inclusión de estos controles permitió verificar la respuesta inhibitoria del antifúngico de referencia y descartar que la matriz glicerizada o el DMSO fueran responsables de los halos observados en las formulaciones con extracto.

Los resultados del ensayo exploratorio mostraron que, una vez ajustada la concentración, las preparaciones de jabón diluido con extracto etanólico de *B. pilosa* presentaron actividad inhibitoria frente a *C. albicans* SC5314. Esta actividad se evidenció mediante la formación de halos de inhibición en las preparaciones con extracto (Figura 6, Apéndice D y Figura D1), mientras que los controles de matriz y solvente no mostraron inhibición. Las mediciones individuales de los halos obtenidos en este ensayo se presentan en el Apéndice D tabla D1 y D2.

Figura 6

Actividad antifúngica de preparaciones obtenidas a partir de una formulación jabonosa madre con extracto de B. pilosa frente a C. albicans SC5314.



Nota: A: Jabón con extracto etanólico de *B. pilosa* (6,25 mg/mL a 100 mg/mL). B: Extracto etanólico de *B. pilosa* libre (6,25 mg/mL a 100 mg/mL). C: Jabón de fluconazol (7,8 a 125 μ mL). D: fluconazol libre (7,8 a 125 μ mL), E: Jabón de DMSO (0,4-6,4%). F: DMSO libre (0,4-6,4%). G: Jabón de Glicerina La numeración de las placas de cultivo indica el valor de las concentraciones finales evaluadas en el pozo. Réplica se encuentra en el Apéndice D.

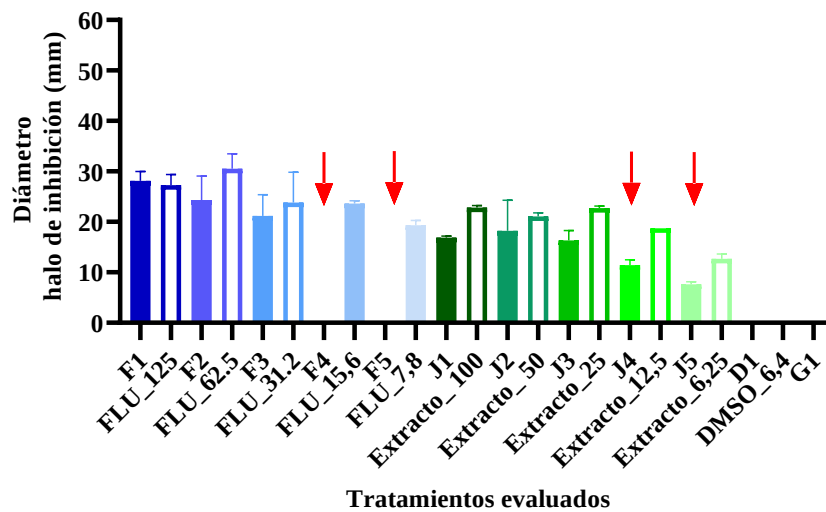
En las formulaciones jabonosas con extracto se observó halos promedio de aproximadamente de 16,88 mm para J1 (100 mg/mL), 14,71 mm para J2 (50 mg/mL) y 15,32

mm para J3 (25 mg/mL), 11,44 mm para J4 (12,5 mg/mL) y 7,6 para J5 (6,25 mg/mL). Por su parte, el extracto libre evaluado en a las mismas concentraciones presentó halos promedio de 22,8 mm, 21,07 mm, 20,21 mm, 18,73 mm y 12,69, respectivamente. Cabe resaltar que las concentraciones descritas corresponden a las concentraciones finales evaluadas en el pozo

Aunque los valores del extracto libre fueron numéricamente superiores en todas las concentraciones evaluadas, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones jabonosas y el extracto libre a ninguna de las concentraciones comparadas ($p > 0,05$), dado el carácter exploratorio del ensayo ($n=2$). (Figura 7).

Figura 7

Actividad antifúngica del jabón diluido con extracto etanólico de B. pilosa frente a C. albicans SC5314.



Nota. Los códigos de los tratamientos y sus unidades de concentración, corresponden a las preparaciones descritas en la Tabla 1. Los datos representan el promedio del diámetro de halos de inhibición obtenidos en el ensayo exploratorio ($n=2$). Las flechas rojas indican las

concentraciones de jabón donde se disminuyó notoriamente la actividad antifúngica en las formulaciones jabonosas en condiciones evaluadas con *C. albicans* SC5314. FLU: fluconazol.

Este comportamiento sugiere que la incorporación del extracto etanólico de *B. pilosa* en la matriz jabonosa no anuló su actividad antifúngica contra *C. albicans* SC5314, en concordancia con lo reportado en formulaciones jabonosas con base glicerina que conservan la actividad de los extractos vegetales incorporado (Corzo y Gaitán, 2017; Kareru et al, 2010). La reducción numérica observada en algunos halos de la formulación jabonosa respecto al extracto puro podría estar relacionada con la interacción del extracto con los excipientes de la matriz glicerina, la cual puede modificar la liberación, disponibilidad o difusión de los metabolitos activos en el agar. En este sentido, se ha documentado que el tipo de vehículo empleado, incluyendo la base saponificada glicerina influye directamente en los resultados de los ensayos de difusión en pozo, al afectar la viscosidad y la movilidad de los compuestos activos hacia el medio sólido (Nalawade et al., 2016).

Adicionalmente, los compuestos fenólicos presentes en los extractos vegetales son susceptibles de interactuar con macromoléculas y excipientes de la formulación, lo que puede reducir su biodisponibilidad en el sistema de ensayo (Xu et al., 2018). Finalmente, dado que muchos de estos metabolitos son de naturaleza no polar, su difusión en la matriz acuosa del agar resulta intrínsecamente limitada, independientemente del método de formulación empleado (Eloff, 2019). En conjunto, estos factores explicarían por qué la formulación jabonosa mostró halos de inhibición menores que el extracto libre.

Adicionalmente, como se ve en la figura 7, a partir de J4 (12,5 mg/mL) se observó una reducción progresiva en los diámetros de halo de las formulaciones jabonosas, mientras que el extracto libre mantuvo actividad a las mismas concentraciones. Un comportamiento similar se

evidenció en el jabón con fluconazol, donde F4 y F5 no generaron halos de inhibición, en contraste con el fluconazol libre que mantuvo actividad en todo el rango de concentraciones evaluadas.

Los controles negativos correspondientes a DMSO y la base glicerizada no presentaron halos de inhibición, lo que permitió descartar que el solvente o la matriz fueran responsables de la actividad observada en las formulaciones con extracto. En contraste, los controles con fluconazol libre generaron halos en todas las concentraciones evaluadas, confirmando la sensibilidad de la cepa *C. albicans* SC5314 y la funcionalidad del método de difusión en pozo empleado.

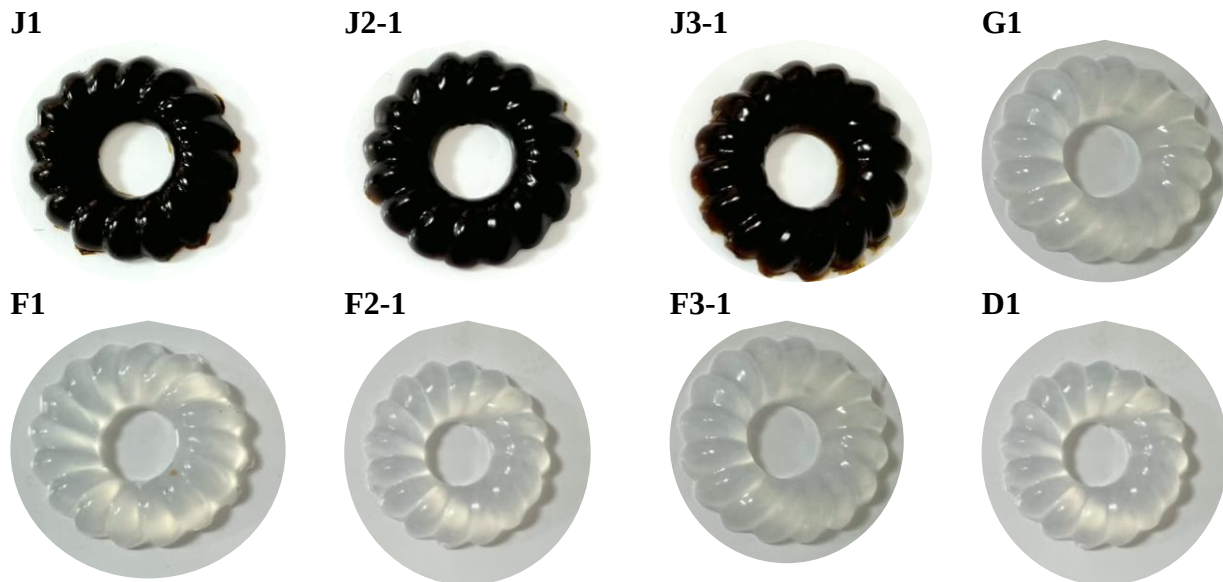
En conjunto, este ensayo exploratorio permitió verificar que el extracto etanólico de *B. pilosa* conservaba actividad anti-candida detectable después de su incorporación en una matriz jabonosa glicerizada. A partir de estos resultados, se seleccionaron las concentraciones correspondientes a J1, J2 y J3, equivalentes a 100, 50 y 25 mg/mL de extracto, respectivamente, para la siguiente etapa experimental, orientada a la elaboración y evaluación de formulaciones independientes.

Preparación y evaluación de formulaciones independientes

A partir de los resultados obtenidos en el ensayo exploratorio con jabón diluido, se seleccionaron las concentraciones correspondientes a J1, J2 y J3, equivalentes a 100, 50 y 25 mg/mL de extracto en la preparación evaluada. Con base en esta selección y teniendo en cuenta que esas son las concentraciones finales en el pozo, se elaboraron formulaciones independientes de jabón con extracto etanólico de *B. pilosa*, preparadas desde su inicio a concentraciones de 200, 100 y 50 mg/mL (Figura 8, Tabla 2).

Figura 8

Jabones con extracto de B. pilosa preparados a partir de formulaciones independientes y sus respectivos controles.



Nota: Los códigos de los tratamientos y sus unidades de concentración, corresponden a las preparaciones descritas en la Tabla 2

Tabla 2

Formulaciones independientes de jabón con extracto etanólico de B. pilosa seleccionadas a partir del ensayo exploratorio.

Código	Concentración inicial de la formulación	Volumen de solución madre	Volumen final con glicerina	Preparación previa al ensayo	Concentración equivalente evaluada
J1	200 mg/mL	1284 μ L	10 mL	0,5 g + 1 mL de agua destilada	100 mg/mL
J2-1	100 mg/mL	643 μ L	10 mL		50 mg/mL
J3-1	50 mg/mL	321 μ L	10 mL		25 mg/mL
F1	250 μ g/mL	66,6	10 mL		125 μ g/mL
F2-1	125 μ g/mL	33,3	10 mL		62,5 μ g/mL
F3-1	62,5 μ g/mL	16,6	10 mL		31,2 μ g/mL
D1	12,9 %	1284 μ L	10 mL		6,4%

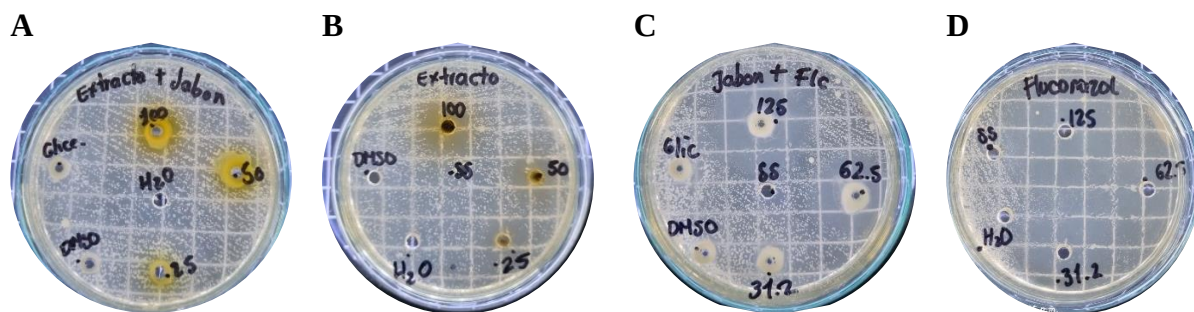
Nota: Las concentraciones de las soluciones madre correspondían: 1557 mg/mL para el extracto etanólico de *B. pilosa*, 37500 µg/mL para fluconazol y 100% para DMSO.

De manera paralela, se prepararon jabones control con fluconazol, seleccionando las tres primeras concentraciones evaluadas en el ensayo exploratorio, así mismo se evaluó también controles de formulaciones con DMSO y la matriz de glicerina.

En la evaluación antifúngica de las formulaciones independientes, los jabones elaborados con extracto etanólico de *B. pilosa* presentaron halos de inhibición frente a *C. albicans* SC5314 (Figura 9), con promedios de 15,65 mm para J1 (100 mg/mL), 14,70 mm para J2-1 (50 mg/mL) y 11,01 mm para J3-1 (25 mg/mL). Los datos por triplicado de los halos de inhibición se encuentran en el Apéndice E, tabla E1 y tabla E2.

Figura 9

Actividad antifúngica de formulaciones independientes de jabón con extracto etanólico de B. pilosa frente a C. albicans SC5314.



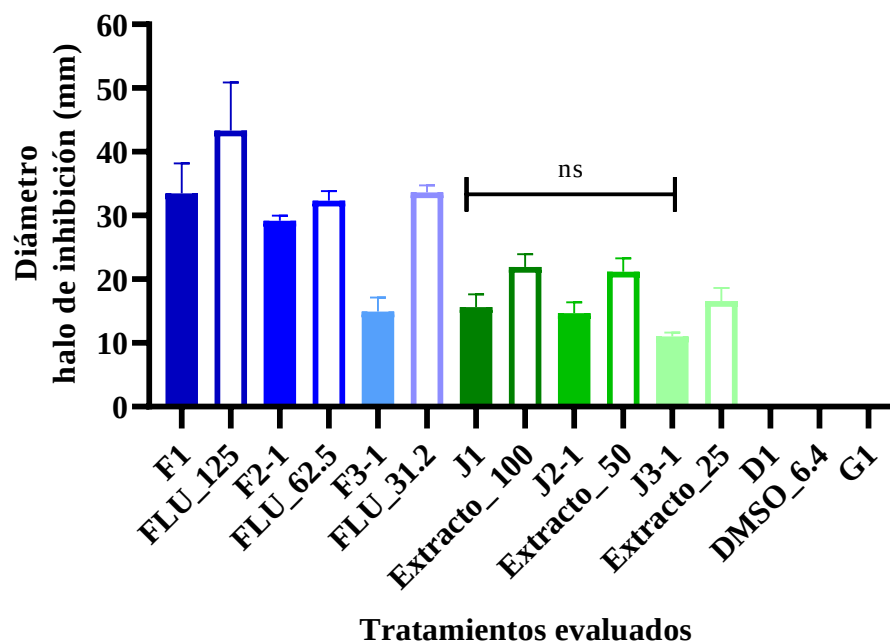
Nota. Se muestra una réplica representativa del ensayo por difusión en pozo. A: formulaciones jabonosas independientes con extracto etanólico de *B. pilosa* (J1, J2-1 y J3-1). B: extracto etanólico libre de *B. pilosa* evaluado a concentraciones equivalentes de 100, 50 y 25 mg/mL. C: formulaciones jabonosas con fluconazol (F1, F2-1 y F3-1). D: fluconazol libre

evaluado a 250, 125 y 62,5 $\mu\text{g/mL}$. Los códigos de los tratamientos corresponden a la Tabla 2; las réplicas adicionales y mediciones individuales se presentan en el Apéndice E.

Aunque el análisis estadístico no evidenció diferencias significativas entre las tres formulaciones jabonosas (J1, J2-1 Y J3-1), visualmente se observa una disminución en los diámetros de los halos dependiendo de la concentración, lo que es coherente con una relación dosis-dependiente dentro del rango evaluado (Figura 10).

Figura 10

Actividad antifúngica de los jabones con formulación independiente con extracto etanólico de B. pilosa frente a C. albicans SC5314



Nota. Los códigos de los tratamientos corresponden a las formulaciones independientes y controles descritos en la Tabla 2. Los datos representan el promedio del diámetro de halos ($n=3$). El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA de una vía seguido de prueba post hoc de

Tukey. ns: diferencia no significativa entre las formulaciones jabonosas con extracto J1, J2-1 y J3-1.

Al comparar las formulaciones jabonosas con el extracto libre en concentraciones equivalentes, no se observaron diferencias significativas entre J1 y extracto a 100 mg/mL, ni entre J2-1 y extracto a 50 mg/mL. En el caso de J3-1, aunque el halo promedio fue menor frente a algunos extractos libres, la comparación con extracto a 25 mg/mL no mostró diferencia estadísticamente significativa. Estos resultados indican que la incorporación del extracto en la matriz jabonosa glicerizada no anuló la actividad antifúngica del extracto, aunque sí se observó una leve reducción del diámetro del halo en algunas formulaciones.

Un hallazgo relevante fue el comportamiento del jabón con fluconazol a la concentración más baja evaluada (F3-1, 31,2 µg/mL), que generó un halo promedio de 14,94 mm, frente a 33,64 mm del fluconazol libre a la misma concentración ($p < 0,0001$). Esta marcada reducción indica que la matriz jabonosa interfiere de forma significativa con la biodisponibilidad del fluconazol a concentraciones bajas, lo cual es consistente con lo reportado en estudios de formulaciones tópicas con azoles, donde la naturaleza y concentración de los excipientes de la base farmacéutica influyen directamente sobre la liberación y difusión del principio activo (Güngör et al, 2013).

En particular, se ha documentado que la incorporación de azoles como miconazol o ketoconazol en formulaciones con bases que contienen componentes anfífilos, como ácidos grasos, ésteres lipídicos o surfactantes, puede resultar en una reducción y retardo de su actividad antifúngica, debido a interacciones entre el fármaco y los excipientes que limitan su liberación hacia el medio (Güngör et al, 2013).

En este contexto, la matriz jabonosa glicerizada empleada en el presente estudio, constituida principalmente por sales sódicas de ácidos grasos y glicerina como excipiente humectante (Alum, 2024), pudo actuar como barrera fisicoquímica que, por su naturaleza anfifílica, retuvo o limitó la difusión libre del fluconazol hacia el agar, especialmente a concentraciones subóptimas donde la proporción relativa de excipientes es mayor.

Los controles negativos correspondientes a D1, DMSO (6,4%) y G1 no presentaron halos de inhibición, lo que permitió descartar que el DMSO o la matriz jabonosa glicerizada fueran responsables de la actividad observada. En contraste, los controles con fluconazol, tanto libres como incorporados en matriz jabonosa, generaron halos de inhibición (32,33 a 43,33 mm), confirmando la sensibilidad de la cepa *C. albicans* SC5314 y la funcionalidad del método de difusión en pozo bajo las condiciones experimentales utilizadas.

En conjunto, estos resultados fortalecen y confirman lo observado en el ensayo exploratorio: el extracto etanólico de *B. pilosa* conserva actividad antifúngica frente a *C. albicans* SC5314 detectable tras su incorporación en una matriz jabonosa glicerizada, sin pérdida estadísticamente significativa de la actividad respecto al extracto libre a concentraciones equivalentes.

Estos hallazgos son consistentes con reportes previos que describen la preservación parcial de la actividad antimicrobiana de extractos vegetales al incorporarse en formulaciones jabonosas, aunque con variaciones dependientes de la naturaleza del extracto, la concentración empleada y la composición de la matriz (Kareru et al., 2010; Corzo y Gaitán, 2017).

No obstante, dado que la difusión en pozo constituye una prueba de tamizaje cualitativo-semicuantitativo (Hossain, 2024; Hulankova, 2024), los resultados deben interpretarse como indicadores de actividad preliminar, y se recomienda complementar estos ensayos con métodos

adicionales, como la microdilución en caldo seguida de siembra por spot o recuento de unidades formadoras de colonia. Este enfoque permitiría confirmar la actividad antifúngica sin depender de lecturas colorimétricas o de absorbancia, las cuales pueden verse afectadas por el color, turbidez o precipitación del extracto vegetal (Gonzales et al., 2023).

Aunque J1, J2-1 y J3-1, no presentaron diferencias significativas entre sí, J1 presentó un halo visible mayor que las otras formulaciones, adicionalmente, esta formulación contiene mayor carga de extracto dentro del rango activo, por lo que representaba el escenario más exigente para evaluar si la incorporación del extracto afectaba atributos sensoriales como color, olor, textura, consistencia y espumabilidad. En estudios posteriores, J2-1 y J3-1 constituyen formulaciones de interés secundario que podrían considerarse en etapas de optimización, particularmente si se busca reducir la concentración de extracto manteniendo actividad inhibitoria detectable frente a *C. albicans*.

Fase 3. Evaluación organoléptica y fisicoquímica de la formulación seleccionada.

La formulación seleccionada correspondió al jabón con extracto etanólico de *B. pilosa* a 200 mg/mL, debido a que presentó el mayor halo promedio dentro de las formulaciones independientes evaluadas y contenía la mayor carga de extracto dentro del rango activo. Esta formulación fue caracterizada mediante evaluación organoléptica y medición de pH, con el fin de valorar sus atributos sensoriales básicos y un parámetro fisicoquímico preliminar relevante para su posible uso tópico.

La aceptabilidad hedónica de las formulaciones jabonosas fue evaluada por 20 panelistas mediante una escala hedónica de 1 a 9 puntos en cinco atributos sensoriales: color, olor, textura, consistencia y espumabilidad. El análisis sensorial mide las respuestas de las personas hacia los productos y tiene como fin cuantificar percepciones y preferencias del consumidor; para ello se

emplean escalas que son fundamentales dentro de la evaluación sensorial (Castañeda Bustillo, 2013).

En particular, la escala hedónica de 9 puntos es una herramienta de tipo afectivo-categorica ampliamente utilizada en la industria de alimentos y en investigación, que permite medir el nivel de agrado o desagrado del consumidor frente a un producto, con categorías que van desde "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente", incluyendo una categoría neutral central (Castañeda Bustillo, 2013).

Para comparar el jabón con extracto etanólico de *B. pilosa* (J1) y el jabón comercial de referencia (JC), se empleó la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon ($\alpha = 0,05$), considerando el tamaño muestral y la naturaleza ordinal de los datos. Los resultados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la evaluación sensorial de J1 y JC (n=20)

Atributo	Media J1	Media JC	p-valor	Significancia	Diferencia de Medias
Color	7.05	6.25	0.0283	*	0.8
Olor	6.9	6.15	0.1804	ns	0.75
Textura	7.55	6.55	0.0059	**	1
Consistencia	7.4	6.6	0.0117	*	0.8
Espumabilidad	6.9	6.7	0.8602	ns	0.2

Nota: J1: jabón con extracto etanólico de *B. pilosa*; JC: jabón comercial de referencia. La comparación entre muestras pareadas se realizó mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, con prueba bilateral y nivel de significancia $\alpha = 0,05$. ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; ns = no significativo.

Como se observa en la Tabla 3, el jabón con extracto etanólico de *B. pilosa* (J1) presentó medias superiores al jabón comercial de referencia (JC) en todos los atributos evaluados. Las diferencias fueron estadísticamente significativas en color, textura y consistencia, mientras que olor y espumabilidad no presentaron diferencias significativas según la prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

En el atributo color, J1 obtuvo una media de 7,05 frente a 6,25 de JC, con una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,0283$). Este resultado indica que el tono característico conferido por el extracto de *B. pilosa* fue valorado favorablemente por los panelistas. Este comportamiento puede relacionarse con lo señalado por Prieto Vidal et al. (2018), quienes indican que los componentes vegetales incorporados en jabones naturales pueden influir en la percepción visual del producto y en su aceptación sensorial. No obstante, este resultado debe interpretarse como una percepción hedónica específica del panel evaluado.

Respecto al olor, J1 obtuvo una media de 6,90 frente a 6,15 de JC; sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0,1804$). Esto indica que, aunque la formulación experimental presentó una valoración numéricamente superior, la percepción de agrado frente al olor fue comparable entre ambas muestras. Algunos panelistas sugirieron mejorar la fragancia herbal del jabón con extracto, aspecto que podría considerarse en futuras reformulaciones, dado que el olor es un atributo relevante en la aceptación sensorial de productos de higiene personal. En este sentido, Prieto Vidal et al. (2018) señalan que los componentes aromáticos y sensoriales de los jabones naturales pueden influir en la percepción del consumidor, por lo que la incorporación controlada de fragancias o aceites esenciales de origen vegetal podría evaluarse como una estrategia de mejora sensorial.

La textura fue el atributo con la mayor diferencia de medias entre las formulaciones. J1 obtuvo una media de 7,55 frente a 6,55 de JC, con diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,0059$). Este resultado sugiere que la incorporación del extracto etanólico de *B. pilosa* no afectó negativamente la percepción táctil del jabón y que la formulación experimental fue valorada favorablemente en cuanto a sensación al contacto con la piel y suavidad de la superficie. Este comportamiento es similar a lo reportado por Rico et al. (2022) en estudios de evaluación sensorial de jabones con extractos etanólicos, donde se observaron diferencias significativas entre formulaciones en atributos como color y textura, mientras que el olor y la intensidad del espumado no mostraron diferencias significativas.

En relación con la consistencia, J1 presentó una media de 7,40 frente a 6,60 de JC, con diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,0117$). Este resultado indica que la formulación con extracto etanólico de *B. pilosa* fue percibida con una firmeza favorable por los panelistas, lo que sugiere que la incorporación del extracto no afectó negativamente la consistencia sensorial del jabón bajo las condiciones evaluadas. Este atributo es relevante en formulaciones jabonosas, ya que se relaciona con la percepción de estabilidad, manipulación y desempeño durante el uso. De acuerdo con Rico et al. (2022), la firmeza y consistencia de los jabones pueden estar influenciadas por la composición de ácidos grasos y los excipientes empleados en la formulación.

Finalmente, la espumabilidad presentó valores cercanos entre ambas formulaciones, con una media de 6,90 para J1 y 6,70 para JC, sin diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,8602$). Este resultado sugiere que la incorporación del extracto etanólico de *B. pilosa* no modificó de manera perceptible la capacidad de formación de espuma frente al jabón comercial de referencia. Este atributo es relevante en la aceptabilidad de productos de higiene personal,

debido a que los usuarios suelen asociar la formación de espuma con la sensación de limpieza durante el uso. Rico et al. (2022) reportaron resultados similares en jabones con extractos etanólicos vegetales, donde la espumabilidad no mostró diferencias significativas entre formulaciones con distinta composición de extractos.

Con el fin de complementar la interpretación estadística, se elaboró un perfil sensorial comparativo mediante una gráfica de araña, en la cual se representaron las medias obtenidas por J1 y JC en los cinco atributos evaluados (Figura 11).

Figura 11

Perfil sensorial comparativo entre jabón con extracto etanólico vs jabón comercial.



Nota. Perfil sensorial comparativo del jabón con extracto de *B. pilosa* (J1) y del jabón comercial (JC) evaluado mediante escala hedónica de 1 a 9 puntos por 20 panelistas. Los valores representan las medias por atributo.

Como se observa en la Figura 11, el polígono correspondiente al jabón con extracto etanólico de *B. pilosa* se proyectó por encima del jabón comercial de referencia en todos los atributos, lo que evidencia una tendencia favorable para la formulación experimental. Esta representación visual coincide con los resultados de la prueba de Wilcoxon, en la cual se observaron diferencias estadísticamente significativas en color, textura y consistencia, mientras que olor y espumabilidad no presentaron diferencias significativas.

En términos generales, el jabón con extracto etanólico de *B. pilosa* presentó una aceptabilidad hedónica favorable frente al jabón comercial de referencia. Las medias superiores obtenidas por J1 en todos los atributos sugieren que la incorporación del extracto no afectó negativamente las propiedades sensoriales básicas de la formulación seleccionada. No obstante, las observaciones realizadas por algunos panelistas permiten identificar oportunidades de mejora, especialmente en la fragancia, aspectos que podrían ser ajustados en futuras etapas de reformulación.

En cuanto a las propiedades organolépticas del jabón final la formulación resultó en un producto sólido de textura uniforme, con un pH de 8 y una estabilidad física adecuada para su aplicación tópica. No se observaron procesos de separación de fases ni alteraciones en la consistencia de la base jabonosa glicerizada tras la adición del extracto.

Tabla 4

Medidas de pH de jabón con extracto de B. pilosa vs jabón comercial.

Muestra	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4	Promedio	Desviación Estándar
J1 (200 mg/mL)	8	8	8	8	8	0
G1 (100%)	9	9	9	9	9	0
JC	10	10	10	11	10,25	0,43

Nota. JC: Jabón comercial evaluado. Los códigos (J1 y G1) corresponden a las formulaciones independientes y controles descritos en la Tabla 2.

El pH del jabón experimental fue de 8 ($DE = 0$), con un valor homogéneo en las cuatro réplicas evaluadas, lo que sugiere uniformidad en la medición preliminar de la formulación. Este resultado se encuentra dentro del rango establecido para jabones de tocador en barra destinados a la higiene personal según la NTC 760 (ICONTEC, 2001) y fue el valor más bajo entre las muestras analizadas. Aunque se ubicó ligeramente por encima del rango fisiológico reportado para la piel, estimado entre 4,5 y 7,5 (Osorio et al., 2017), fue más cercano a este intervalo que el control de glicerina (9; $DE = 0$) y el jabón comercial (10,25; $DE = 0,43$). En este sentido, los valores más alcalinos observados en los controles podrían asociarse con mayor potencial de alteración del manto ácido cutáneo, considerando que pH elevados pueden favorecer irritación dérmica y cambios en la microbiota (Osorio et al., 2017; Supriadi y Cahyani, 2022).

La medición se realizó mediante tirillas indicadoras de pH, método semicuantitativo de amplio uso en evaluaciones preliminares de formulaciones cosméticas por su practicidad, pero con una resolución aproximada de una unidad de pH (Sharma et al., 2022). En consecuencia, la diferencia de un punto observada entre el jabón experimental y el control de glicerina debe interpretarse con cautela, ya que podría no reflejar una diferencia real sin confirmación potenciométrica, tal como lo recomienda la NTC 760 (ICONTEC, 2001) para el análisis fisicoquímico de jabones. Asimismo, la mayor variabilidad del control comercial ($DE = 0,43$) podría atribuirse tanto a la heterogeneidad de su composición como a la sensibilidad limitada del método de tirillas ante matrices jabonosas de distinta naturaleza (Sharma et al., 2022).

Conclusiones

El presente estudio permitió obtener un extracto etanólico crudo de hojas de *B. pilosa* y formular jabones glicerizados mediante el método de fusión y vertido, demostrando que la matriz jabonosa permitió la incorporación del extracto vegetal bajo las condiciones experimentales empleadas. Esto permitió avanzar desde la evaluación del extracto libre hacia una formulación tópica básica, coherente con el propósito de explorar su posible aplicación en productos de uso cutáneo.

La evaluación antifúngica *in vitro* evidenció que la incorporación del extracto etanólico de *B. pilosa* en la matriz jabonosa no anuló su actividad frente a *C. albicans* SC5314. Aunque la matriz pudo influir en la disponibilidad y difusión de los compuestos activos en agar, las formulaciones jabonosas conservaron actividad inhibitoria detectable mediante difusión en pozo. Por tanto, los resultados respaldan de manera preliminar la viabilidad de incorporar este extracto en una formulación jabonosa con actividad antifúngica *in vitro*.

La formulación seleccionada presentó una aceptabilidad organoléptica favorable en los atributos evaluados y un pH compatible con el rango esperado para jabones cosméticos. Estos hallazgos sugieren que la incorporación del extracto no afectó negativamente las características sensoriales básicas del producto; sin embargo, se identificaron oportunidades de mejora relacionadas con la fragancia y la sensación de humectación posterior al uso.

En conjunto, los resultados permiten concluir que el jabón glicerizado con extracto etanólico de *B. pilosa* constituye una formulación experimental preliminar con actividad antifúngica *in vitro* frente a *C. albicans* SC5314 y características organolépticas aceptables. No obstante, antes de proyectar su uso como producto tópico funcional, se requieren estudios complementarios de estabilidad, seguridad dermatológica, optimización de la matriz y

confirmación de la actividad mediante métodos de viabilidad por cultivo o recuento de unidades formadoras de colonia.

Declaración sobre el uso de Herramientas de Inteligencia Artificial

Durante la elaboración del presente documento se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa, específicamente ChatGPT y Claude, únicamente como apoyo auxiliar para la revisión de redacción, organización del texto, mejora de coherencia argumentativa y orientación general en algunos aspectos del análisis estadístico.

Estas herramientas no fueron empleadas para generar datos experimentales, sustituir la revisión bibliográfica, reemplazar la interpretación científica ni modificar los resultados obtenidos. La formulación del problema, los objetivos, el diseño metodológico, la ejecución experimental, la obtención de resultados, el análisis de datos y la discusión fueron desarrollados por las autoras a partir del trabajo realizado en laboratorio, la revisión de literatura y el acompañamiento de la directora de tesis.

Referencias

- Ajanaku, C., Echeme, J., Mordi, R., Bolade, O., Okoye, S., Jonathan, H., y Ejilude, O. (2018). Actividades antibacterianas, fitoquímicas y antimicobacteriales *in vitro* y análisis por GC-MS del extracto de hoja de *Bidens pilosa*. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 8(1), 721–725. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2018.8.1.721-725>
- Alum, B. N. (2024). Saponification process and soap chemistry. *INOSR Applied Sciences*, 12(2), 51–56. https://kiu.ac.ug/assets/publications/2316_saponification-process-and-soap-chemistry.pdf
- Ansel, H. C., Allen, L. V., y Popovich, N. G. (2013). *Ansel's pharmaceutical dosage forms and drug delivery systems* (10th ed.). Lippincott Williams y Wilkins.
- Arroyo, J., Bonilla, P., Oré, R., Ráez, E., Marín, M., Valencia, J., Justil, H., Martínez, J., y Palomino, C. (2008). Estudio morfohistológico y efecto quimioprotector de las hojas de *Bidens pilosa* L. sobre el cáncer de colon inducido en ratas. *Anales de la Facultad de Medicina*, 69(2), 77–83. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832008000200002
- Atanasov, A. G., Zotchev, S. B., Dirsch, V. M., y Supuran, C. T. (2021). Natural products in drug discovery: advances and opportunities. *Nature Reviews Drug Discovery*, 20(3), 200–216. <https://doi.org/10.1038/s41573-020-00114-z>
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (2023). *Resolución 2334 de 2023*.
- Balouiri, M., Sadiki, M., y Ibnsouda, S. K. (2016). Methods for *in vitro* evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>

- Bartolome, A. P., Villaseñor, I. M., y Yang, W. C. (2013). *Bidens pilosa* L. (Asteraceae): Botanical properties, traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 340215. <https://doi.org/10.1155/2013/340215>
- Becker, L. C., Bergfeld, W. F., Belsito, D. V., Hill, R. A., Klaassen, C. D., Liebler, D. C., Marks, J. G., Shank, R. C., Slaga, T. J., Snyder, P. W., Gill, L. J., y Heldreth, B. (2019). Safety assessment of glycerin as used in cosmetics. *International Journal of Toxicology*, 38(3), 6S-22S. <https://doi.org/10.1177/1091581819883820>
- Bubonja-Šonje, M., Knežević, S., y Abram, M. (2020). Challenges to antimicrobial susceptibility testing of plant-derived polyphenolic compounds. *Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju*, 71(4), 300–311. <https://doi.org/10.2478/aiht-2020-71-3396>
- CABI. (2023). *Bidens pilosa* (blackjack). Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/9148>
- Calderín-Miranda, J. M., Mendoza, B. A., y Díaz-Soto, M. T. (2021). Actividad farmacológica y composición fitoquímica de *Bidens pilosa* L. *Revista Cubana de Farmacia*, 54(4), 1–23. [citado 31 de mayo de 2026];54(4). Disponible en: <https://revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/634>
- Calderone, R. A., y Clancy, C. J. (2012). *Candida and candidiasis* (2nd ed.). ASM Press.
- Cantón Lacasa, E., Martín Mazuelos, E., y Espinel-Ingroff, A. (2007). *Métodos estandarizados por el CLSI para el estudio de la sensibilidad a los antifúngicos: Documentos M27-A3, M38-A y M44-A*. Asociación Española de Micología.
- Castañeda Bustillo, C. D. (2013). Comparación de la escala hedónica de nueve puntos con la escala hedónica general de magnitud (gLMS) utilizada por personas de dos regiones de América

- Latina [Tesis de licenciatura, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano]. Repositorio Digital Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0e036a32-7809-4aa8-8746-6d5855a7b1b6/content>
- Chafla-Moina, A. L., y Silva-Déley, L. M.. (2023). Evaluación *in vitro* del efecto antibacteriano de los extractos de *Bidens pilosa* y *Eryngium foetidum*. *Polibotánica*, (55), 109-119. Epub 26 de mayo de 2023. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.55.8>
- Chiliquinga Villacis, J. M. (2023). *Evaluación de la actividad antimicrobiana de un extracto etanólico en hojas de Schinus molle, para la elaboración de un jabón líquido* [Trabajo experimental, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). (2004). *Method for antifungal disk diffusion susceptibility testing of yeasts; approved guideline (M44-A)*.
- Cock, I. E., y Van Vuuren, S. F. (2019). Avoiding pitfalls in determining antimicrobial activity of plant extracts and publishing the results. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 19(1), 188. <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2519-3>
- Corzo-Barragán, D. C., y Gaitán-Vaca, D. M. (2017). Evaluación de la efectividad de distintas formulaciones de jabón con extracto de *Hypericum mexicanum* L. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(1), 131–138. <https://doi.org/10.22490/21456453.1844>
- Cowen, L. E., Sanglard, D., Howard, S. J., Rogers, P. D., y Perlin, D. S. (2015). Mechanisms of antifungal drug resistance. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 5(7), a019752. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a019752>
- Deba, F., Xuan, T. D., Yasuda, M., y Tawata, S. (2008). Chemical composition and antioxidant, antibacterial and antifungal activities of the essential oils from *Bidens pilosa* Linn. *Journal of Food Safety*, 28(4), 547–560. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2008.00131.x>

- DermNet NZ. (2023). *Candidiasis cutánea*. <https://dermnetnz.org>
- Eloff, J. N. (2019). Avoiding pitfalls in determining antimicrobial activity of plant extracts and publishing the results. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1), 106. <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2519-3>
- Fluhr, J. W., Darlenski, R., y Surber, C. (2008). Glycerol and the skin: Holistic approach to its origin and functions. *British Journal of Dermatology*, 159(1), 23–34. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2008.08643.x>
- Gonzalez-Pastor, R., Carrera-Pacheco, S. E., Zúñiga-Miranda, J., Rodríguez-Pólit, C., Mayorga-Ramos, A., Guamán, L. P., y Barba-Ostria, C. (2023). Current landscape of methods to evaluate antimicrobial activity of natural extracts. *Molecules*, 28(3), 1068. <https://doi.org/10.3390/molecules28031068>
- Gow, N. A. R., y Yadav, B. (2017). Microbe profile: *Candida albicans*: A shape-changing, opportunistic pathogenic fungus of humans. *Microbiology*, 163(8), 1145–1147. <https://doi.org/10.1099/mic.0.000499>
- Gulati, M., y Nobile, C. J. (2016). *Candida albicans* biofilms: Development, regulation, and molecular mechanisms. *Microbes and Infection*, 18(5), 310–321. <https://doi.org/10.1016/j.micinf.2016.01.002>
- Güngör, S., Erdal, M. S., y Aksu, B. (2013). New formulation strategies in topical antifungal therapy. *Journal of Cosmetics, Dermatological Sciences and Applications*, 3(1A), 56–65. <https://doi.org/10.4236/jcdsa.2013.31A009>
- Guzmán, M. R. (2022). *Elaboración de jabón en barra orgánico antiacné, a base de productos naturales* [Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].

- Hernández-Chavarría, F., Gómez, J. D., Gómez, C., y amp; Díaz, R. (2020). Micosis superficiales en hospitales de referencia de Colombia, 2011–2015. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 72(1), e122. Recuperado de: https://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-30032020000100014&script=sci_arttext
- Holm, L. G., Doll, J., Holm, E., Pancho, J., y Herberger, J. (1997). *World weeds: Natural histories and distribution*. John Wiley y Sons.
- Hossain, TJ (2024). Métodos para la detección y evaluación de la actividad antimicrobiana: Revisión de protocolos, ventajas y limitaciones. *European Journal of Microbiology and Immunology* , 14 (2), 97-115. <https://doi.org/10.1556/1886.2024.00035>
- Hulankova, R. (2024). Métodos para la determinación de la actividad antimicrobiana de aceites esenciales *in vitro*: una revisión. *Plants*, 13 (19), 2784. <https://doi.org/10.3390/plants13192784>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2001). Jabones y detergentes. Jabón de tocador (NTC 760). ICONTEC. <https://tienda.icontec.org/gp-jabones-y-detergentes-jabon-de-tocador-ntc760-2001.html>
- Kareru, P. G., Keriko, J. M., Kenji, G. M., Thiong’o, G. T., y Mukiira, H. N. (2010). Antimicrobial activities of skincare preparations from plant extracts. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 7(3), 214–218.
- Kim, S. A., Moon, H., Lee, K., y Rhee, M. S. (2015). Bactericidal effects of triclosan in soap both *in vitro* and *in vivo*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 70(12), 3345–3352. <https://doi.org/10.1093/jac/dkv275>

- Lodén, M. (2003). Role of topical emollients and moisturizers in the treatment of dry skin barrier disorders. *American Journal of Clinical Dermatology*, 4(11), 771–788. <https://doi.org/10.2165/00128071-200304110-00005>
- Magaldi, S., Mata-Essayag, S., Hartung de Capriles, C., Perez, C., Colella, M. T., Olaizola, C., y Ontiveros, Y. (2004). Well diffusion for antifungal susceptibility testing. *International Journal of Infectious Diseases*, 8(1), 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2003.03.002>
- McDonnell, G., y Russell, A. D. (1999). Antiseptics and disinfectants: Activity, action, and resistance. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(1), 147–179. <https://doi.org/10.1128/CMR.12.1.147>
- Montville, R., y Schaffner, D. W. (2011). A meta-analysis of the published literature on the effectiveness of antimicrobial soaps. *Journal of Food Protection*, 74(11), 1875–1882. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-11-122>
- National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. (2020). Fluconazole. En *LiverTox: Clinical Information on Drug-Induced Liver Injury*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK548300/>
- Nalawade, T. M., Bhat, K. G., y Sogi, S. (2016). Antimicrobial activity of endodontic medicaments and vehicles using agar well diffusion method. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 9(4), 335–341. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1388>
- Newman, D. J., y Cragg, G. M. (2020). Natural products as sources of new drugs. *Journal of Natural Products*, 83(3), 770–803. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.9b01285>
- Michalak, M. (2023). Plant extracts as skin care and therapeutic agents. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(20), 15444. <https://doi.org/10.3390/ijms242015444>

- Ortiz Bravo, D. C. (2018). *Comparación in vitro de la actividad antifúngica de los aceites esenciales de citronella (Cymbopogon nardus) y eucalipto (Eucalyptus globulus)* [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana].
- Osorio Fortich, M. D. R., Matiz Melo, G. E., León Méndez, G., López Olivares, D., y Pájaro, N. P. (2017). Evaluación de la acción antiséptica de un jabón líquido utilizando algunos aceites esenciales como agente activo. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 46(2), 176-187. <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v46n2.67954>
- Palacios, C. P., Gómez, L. M., y Cardona, N. (2011). Candidiasis mucocutánea: espectro clínico. *Revista de la Asociación Colombiana de Dermatología y Cirugía Dermatológica*, 19(3), 239–244. <https://revista.asocolderma.org.co/index.php/asocolderma/article/view/366>
- Pappas, P. G., Kauffman, C. A., Andes, D. R., et al. (2018). Clinical practice guideline for the management of candidiasis. *Clinical Infectious Diseases*, 62(4), e1–e50. <https://doi.org/10.1093/cid/civ933>
- Plants of the World Online (POWO). (2023). *Bidens pilosa* L. Royal Botanic Gardens, Kew. B <https://powo.science.kew.org>
- Prieto Vidal, N., Adigun, O. A., Pham, T. H., Mumtaz, A., Manful, C., Callahan, G., Stewart, P., Keough, D., y Thomas, R. H. (2018). The effects of cold saponification on the unsaponified fatty acid composition and sensory perception of commercial natural herbal soaps. *Molecules*, 23(9), 2356. <https://doi.org/10.3390/molecules23092356>
- Puccio, P. (2018). *Bidens pilosa*. Monaco Nature Encyclopedia. <https://www.monaconatureencyclopedia.com/bidens-pilosa-2/?lang=es>

- Rahman, K. A. M. A. A., Ahmad, N. I., Mukhtar, N. K., y Zarkasi, K. Z. (2024). Antimicrobial soap development from leaf extract of *Rhinacanthus nasutus*. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 131, p. 02004). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202413102004>
- Rates, S. M. K. (2001). Plants as source of drugs. *Toxicon*, 39(5), 603–613. [https://doi.org/10.1016/S0041-0101\(00\)00154-9](https://doi.org/10.1016/S0041-0101(00)00154-9)
- Rico, J. A. S., Macalindol, M. R. M., Boongaling, A. S., Mendoza, L. C., y Marquez, J. R. D. (2022). Physico-chemical properties and sensory attributes of soap formulations containing ethanolic extracts of *Jatropha podagrica* roots, *Solanum lycopersicum* skin, and *Pandanus amaryllifolius* leaves. *Research in Plant Sciences*, 10(1), 1–6. [10.12691/plant-10-1-1](https://doi.org/10.12691/plant-10-1-1)
- Rieger, M. M. (2000). *Harry's cosmeticology* (8th ed.). Chemical Publishing Company.
- Rodríguez-Cerdeira, C., Gregorio, M. C., Molares-Vila, A., López-Barcenas, A., Fabbrocini, G., Bardhi, B., y Arenas-Guzmán, R. (2020). Biofilms and vulvovaginal candidiasis. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 174, 110–125. doi: [10.1016/j.colsurfb.2018.11.011](https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2018.11.011)
- Rosales Merely, R. R. D., y Ticlavilca Laino, T. L. (2025). *Efecto inhibitorio del extracto etanólico de las hojas secas de Bidens pilosa L. (amor seco) frente a las cepas de Staphylococcus aureus ATCC 25923 in vitro* [Tesis de pregrado, Universidad María Auxiliadora]. Repositorio Institucional UMA. <https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/2878/TESIS%20ROSALES-TICLAVILCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rowe, R. C., Sheskey, P. J., y Quinn, M. E. (2009). Handbook of pharmaceutical excipients (6th ed.). Pharmaceutical Press.
- Sandai, D., Tabana, Y. M., El Ouweini, A., y Ayodeji, I. O. (2016). Resistance of *Candida albicans* biofilms to drugs and the host immune system. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 9(11), e37385. <https://doi.org/10.5812/jjm.37385>

- Sánchez Pezo, F. D. (2010). Efecto antimicótico del extracto de tres plantas, medicinales contra el *Trichophyton sp.* y *Microsporum sp.* *in vitro* en Tingo María.[Tesis, Universidad Nacional Agraria De La Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9bfeb44d-c019-4fbb-aa5a-9ac3187eb300/content>
- Sharma, S., Pradhan, S., Pandit, B., y Mohanty, J. (2022). Formulation and evaluation of herbal soap taking different bioactive plants by cold saponification method. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 30– 35. <https://doi.org/10.22159/ijcpr.2022v14i5.2023>
- Supriadi, Y., y Cahyani, B. (2022). Formulation and evaluation of sappan wood extract transparent solid soap with variations in the concentration of glycerin as a humectant. *Journal of Health Sciences and Medical Development*, 1, 58– 67. <https://doi.org/10.56741/hesmed.v1i02.156>
- Tandazo Peralta, G. E., y Bravo Crespo, D. I. (2025). Acción antifúngica *in vitro* del extracto de laurel (*Laurus nobilis*) frente a *Candida albicans*. *Vive Revista de Salud*, 8(23), 392–405. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v8i23.385>
- Taudorf, E. H., Jemec, G. B. E., Hay, R. J., y Saunte, D. M. L. (2019). Cutaneous candidiasis—An evidence-based review of topical and systemic treatments to inform clinical practice. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 33(10), 1863–1873. [doi: 10.1111/jdv.15782](https://doi.org/10.1111/jdv.15782)
- Valarezo Calle, I. A., y Vizuite Vega, G. G. (2016). Diseño de una dosificadora de jabones de glicerina con capacidad de setenta y dos unidades por minuto [Tesis de licenciatura, Universidad Central del Ecuador].

- Vargas-Casanova, Y., Bravo-Chaucanés, C. P., Martínez, A. X. H., Costa, G. M., Contreras-Herrera, J. L., Medina, R. F., Rivera-Monroy, Z. J., García-Castañeda, J. E., y Parra-Girado, C. M. (2023). Combining the peptide RWQWRWQWR and an ethanolic extract of *Bidens pilosa* enhances activity against *Candida albicans* and *Candida auris*. *Journal of Fungi*, 9(8), 817. <https://doi.org/10.3390/jof9080817>
- Vargas-Casanova, Y., Bravo-Chaucanés, CP, Fuentes, S. dl. C., Martinez-Lopez, R., Monteoliva, L., Gil, C., Rivera-Monroy, Z. J., Costa, GM, Castañeda, J. E. G. y Parra-Giraldo, CM (2024). Sinergia antifúngica: Perspectivas mecanicistas del péptido R-1-R y el extracto de *Bidens pilosa* como potentes agentes terapéuticos contra *Candida* spp. mediante proteómica. *International Journal of Molecular Sciences*, 25 (16), 8938. <https://doi.org/10.3390/ijms25168938>
- WHO fungal priority pathogens list to guide research, development and public health action. (2022, October 25). OMS. Retrieved May 04, 2026, from <https://www.who.int/es/news/item/25-10-2022-who-releases-first-ever-list-of-health-threatening-fungi>
- Xu, X., Ou, Z. M., y Wu, C. D. (2018). Growth media affect assessment of antimicrobial activity of plant-derived polyphenols. *BioMed Research International*, 2018, 8308640. <https://doi.org/10.1155/2018/8308640>
- Yan, C., Zhang, J., Yang, Y., Zeng, X., y Xiao, G. (2025). Virulence factors, biofilm formation and antifungal resistance in *Candida albicans*. *Scientific Reports*, 15, 37557. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-21846-1>

Apéndice**Apéndice A**

Modelo escala hedónica aplicada para la evaluación de las propiedades organolépticas del jabón con extracto etanólico de *B. pilosa* con mayor actividad antifúngica (100mg/mL).

**PRUEBA DE ACEPTACIÓN ESCALA HEDÓNICA DE 9 PUNTOS PARA JABÓN CON
EXTRACTO ETANÓLICO DE *BIDENS PILOSA***

Nombre:

Fecha:

Instrucciones: Por favor evalúe las características del producto según su percepción personal. Marque con una "X" el recuadro que mejor describa su nivel de agrado para cada atributo.

Color: Evaluación visual del tono verdoso/ pardo característico del extracto etanólico de *B. pilosa*.

Característica	Jabón con Extracto <i>B. pilosa</i>	Jabón comercial
1 Me disgusta extremadamente		
2 Me disgusta muchísimo		
3 Me disgusta moderadamente		
4 Me disgusta ligeramente		
5 Ni me gusta ni me disgusta		
6 Me gusta ligeramente		
7 Me gusta moderadamente		
8 Me gusta muchísimo		
9 Me gusta extremadamente		

2. Olor: Evaluación de la fragancia herbal/ medicinal de los jabones

Característica	Jabón con Extracto <i>B. pilosa</i>	Jabón comercial
1 Me disgusta extremadamente		
2 Me disgusta muchísimo		
3 Me disgusta moderadamente		
4 Me disgusta ligeramente		
5 Ni me gusta ni me disgusta		
6 Me gusta ligeramente		
7 Me gusta moderadamente		
8 Me gusta muchísimo		
9 Me gusta extremadamente		

3. Textura: Sensación del jabón al contacto con la piel y suavidad de la superficie.

Característica	Jabón con Extracto <i>B. pilosa</i>	Jabón comercial
----------------	-------------------------------------	-----------------

1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta muchísimo
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
6	Me gusta ligeramente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta muchísimo
9	Me gusta extremadamente

4. Consistencia: Grado de firmeza o dureza del jabón.

Característica	Jabón con Extracto <i>B. pilosa</i>	Jabón comercial
1	Me disgusta extremadamente	
2	Me disgusta muchísimo	
3	Me disgusta moderadamente	
4	Me disgusta ligeramente	
5	Ni me gusta ni me disgusta	
6	Me gusta ligeramente	
7	Me gusta moderadamente	
8	Me gusta muchísimo	
9	Me gusta extremadamente	

5. Espumabilidad: Capacidad de formar espuma y consistencia de la misma al contacto con agua.

Característica	Jabón con Extracto <i>B. pilosa</i>	Jabón comercial
1	Me disgusta extremadamente	
2	Me disgusta muchísimo	
3	Me disgusta moderadamente	
4	Me disgusta ligeramente	
5	Ni me gusta ni me disgusta	
6	Me gusta ligeramente	
7	Me gusta moderadamente	
8	Me gusta muchísimo	
9	Me gusta extremadamente	

Comentarios:

Nombre estudiante: _____

Cédula : _____

Firma: _____

Nombre estudiante: _____ **Cédula :** _____

Firma: _____

Asesor (a): _____ **Cédula :** _____

Firma: _____

Apéndice B

Modelo de consentimiento informado para la prueba de análisis con escala hedónica del jabón J1.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la tesis: *Formulación y evaluación de la actividad antifúngica in vitro de un jabón con extracto etanólico de Bidens pilosa contra Candida albicans.*

Responsables: Brigith Murcia; Karen Matamba.

Programa: Tecnología en Producción Agroindustrial.

Institución: Institución Universitaria del Putumayo

Usted ha sido invitado(a) a participar en una evaluación sensorial para determinar la aceptabilidad de un jabón elaborado con extracto etanólico de la planta *Bidens pilosa* (conocida comúnmente como "Amor seco"). El objetivo es evaluar atributos de color, olor, textura, consistencia y capacidad de espumado del mismo.

1. Procedimiento

Si decide participar, se le solicitará:

- Observar y manipular la barra de jabón en seco.
- Lavar sus manos o antebrazo con el producto utilizando agua limpia.
- Completar un breve formulario (escala hedónica) con sus percepciones.
- La prueba tendrá una duración estimada de **10 a 30 minutos**.

2. Riesgos y molestias

Alergias: Aunque los ingredientes son de origen natural, existe un riesgo mínimo de sensibilidad cutánea, enrojecimiento o picazón si usted es alérgico a las plantas de la familia *Asteraceae* (como la caléndula, manzanilla o margaritas).

Acción inmediata: Si siente ardor o cualquier molestia, debe enjuagar con abundante agua inmediatamente y suspender la prueba.

3. Derecho de retiro

Usted es libre de participar o no en este estudio. Su firma en este documento no le obliga a completar la prueba; puede retirar su consentimiento en cualquier etapa del proceso sin que esto genere ningún tipo de perjuicio.

4. Declaración de consentimiento

Al firmar este documento, declaro que:

- 4.1 He sido informado(a) sobre los objetivos y procedimientos de esta investigación de tesis.
- 4.2 No tengo conocimiento de alergias previas a los componentes del jabón o a la planta *Bidens pilosa*.
- 4.3 Acepto participar voluntariamente en el estudio.

Nombre del Participante: _____

Cédula: _____

Firma: _____ **Fecha:** _____

Firma del solicitante: _____

Firma del solicitante: _____

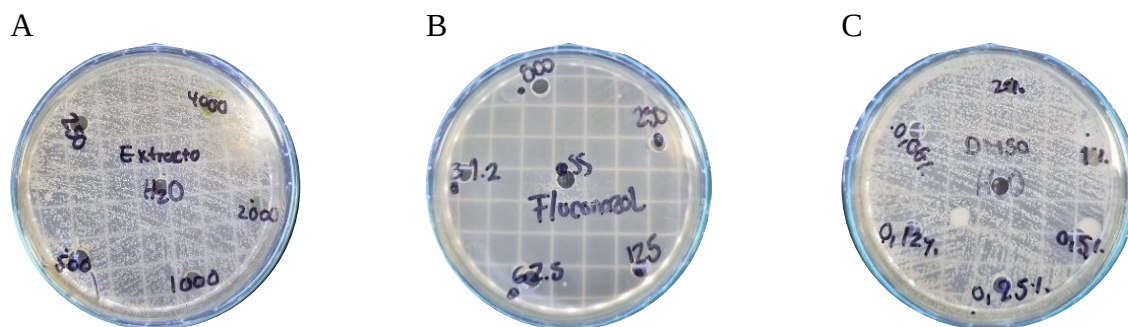
Firma del Asesor (a): _____

Apéndice C

Actividad antifúngica del extracto etanólico de *B. pilosa* frente a *C. albicans* SC5314. (difusión en pozo). Ensayo exploratorio y en concentraciones diferentes.

Figura C1

Actividad antifúngica de extracto de *B. pilosa* frente a *C. albicans* SC5314. Difusión en pozo.



Nota: A: Extracto etanólico de *B. pilosa* evaluado en concentraciones de 250 µg/mL a 4000 µg/mL. B: Fluconazol evaluado en concentraciones de 31,2 µg/mL a 500 µg/mL. C: DMSO evaluado en concentraciones de 2% a 0,06%

Apéndice D

Diámetro de los halos de inhibición obtenidos en el ensayo exploratorio de susceptibilidad frente a *C. albicans* SC5314.

Tabla D1.

Diámetro de los halos de inhibición obtenidos en el ensayo exploratorio de susceptibilidad frente a C. albicans SC5314.

JABÓN CON FLUCONAZOL		FLUCONAZOL SOLO		JABÓN CON EXTRACTO		SOLO EXTRACTO	
Tratamiento	Halo_mm	Tratamiento	Halo_mm	Tratamiento	Halo_mm	Tratamiento	Halo_mm
F1 (125 µg/mL)	26,827	FLU_125	26,783	J1(100 mg/mL)	16,668	Extracto_ 100	23,111
F1 (125 µg/mL)	29,451	FLU_125	28,744	J1(100 mg/mL)	17,101	Extracto_ 100	22,500
PROMEDIO	28,139		27,773		16,885		22,806
F2(62,5 µg/mL)	20,944	FLU_62.5	26,616	J2(50 mg/mL)	13,921	Extracto_ 50	21,556
F2(62,5 µg/mL)	27,691	FLU_62.5	26,459	J2(50 mg/mL)	15,501	Extracto_ 50	20,595
PROMEDIO	24,318		26,537		14,711		21,076
F3(31,2 µg/mL)	18,162	FLU_31.2	28,081	J3(25 mg/mL)	14,927	Extracto_25	20,016
F3(31,2 µg/mL)	24,152	FLU_31.2	19,589	J3(25 mg/mL)	15,712	Extracto_25	20,409
PROMEDIO	21,157		23,835		15,320		20,212
F4(15,6 µg/mL)	11,122	FLU_15,6	23,200	J4(12,5 mg/mL)	12,158	Extracto_12,5	18,741
F4(15,6 µg/mL)	0	FLU_15,6	24,009	J4(12,5 mg/mL)	10,721	Extracto_12,5	18,719
PROMEDIO	11,122		23,605		11,440		18,730
F5(7,8 µg/mL)	0	FLU_7,8	18,668	J5(6,25 mg/mL)	7,985	Extracto_6,25	13,366
F5(7,8 µg/mL)	0	FLU_7,8	19,980	J5(6,25 mg/mL)	7,224	Extracto_6,25	12,027
PROMEDIO	0		19,324		7,605		12,697

Nota. F1–F5: Formulaciones de jabón con fluconazol en las concentraciones equivalentes entre paréntesis; FLU_125 a FLU_7,8:

Fluconazol solo (sin base de jabón) a las concentraciones respectivas indicadas en la tabla (µg/mL)); J1–J5: Formulaciones de jabón experimental con extracto etanólico de *B. pilosa*; Extracto_100 a Extracto_6,25: Extracto etanólico crudo de *B. pilosa* solo (mg/mL).

FLU: fluconazol

Tabla D2

Diámetro de los halos de inhibición obtenidos en el ensayo exploratorio de susceptibilidad frente a C. albicans SC5314.

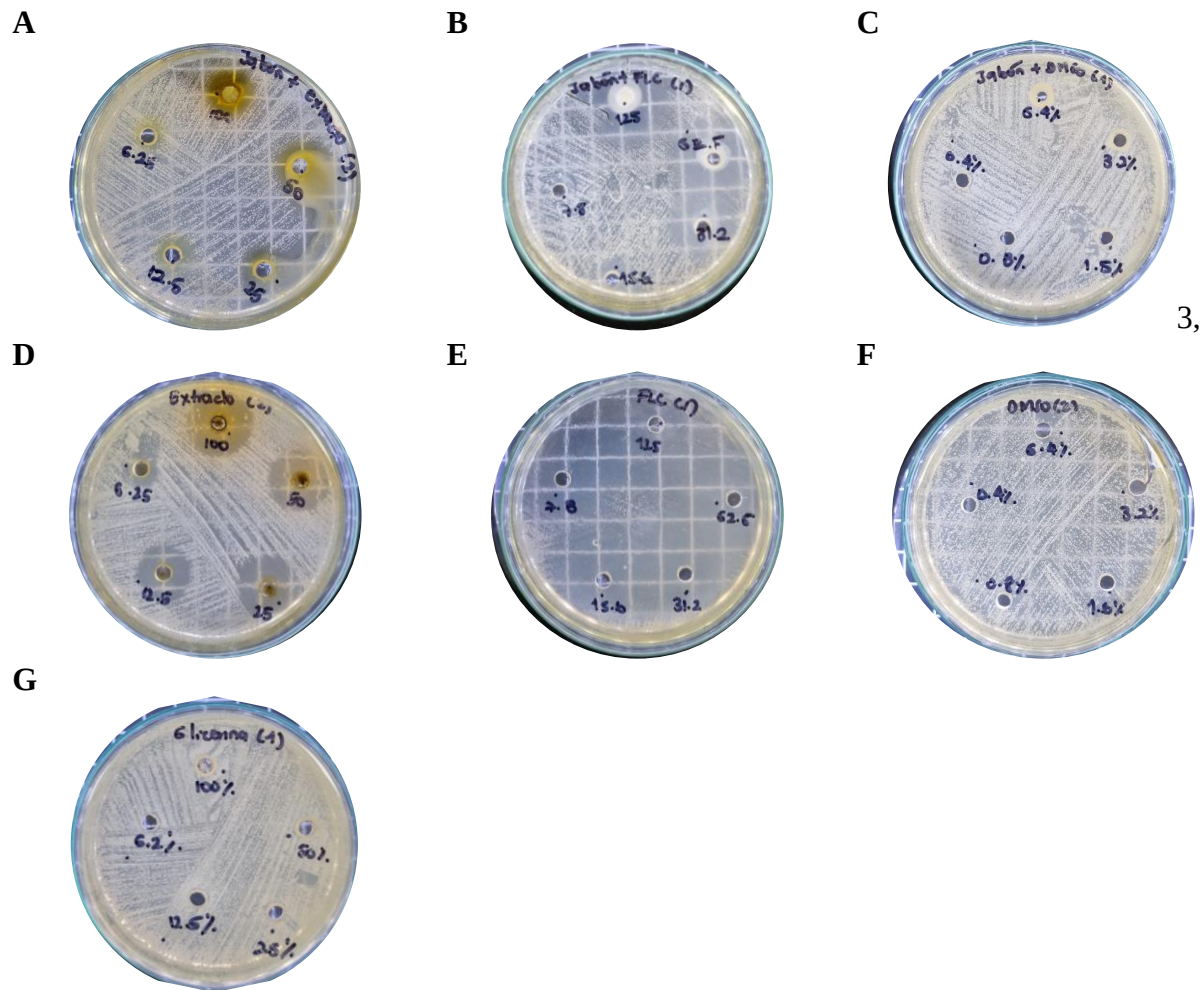
JABÓN CON DMSO		DMSO SOLO		GLICERINA	
Tratamiento	Halo_mm	Tratamiento	Halo_mm	Tratamiento	Halo_mm
D1(6,4%)	0	DMSO 6,4%	0	G1(50%)	0
D1(6,4%)	0	DMSO 6,4%	0	G1(50%)	0
PROMEDIO	0		0		0
D2(3,2%)	0	DMSO 3,2%	0	G2(25%)	0
D2(3,2%)	0	DMSO 3,2%	0	G2(25%)	0
PROMEDIO	0		0		0
D3(1,6%)	0	DMSO 1,6%	0	G3(12.5%)	0
D3(1,6%)	0	DMSO 1,6%	0	G3(12.5%)	0
PROMEDIO	0		0		0
D4(0,8%)	0	DMSO 0,8%	0	G4(6.25%)	0
D4(0,8%)	0	DMSO 0,8%	0	G4(6.25%)	0
PROMEDIO	0		0		0
D5(0,4%)	0	DMSO 0,4%	0	G5(3.12%)	0
D5(0,4%)	0	DMSO 0,4%	0	G5(3.12%)	0
	0		0		0

Nota. D1–D5: Formulaciones de jabón control con el vehículo DMSO en porcentaje; DMSO 6,4% a 0,4%: Evaluación de la solución de DMSO sola a los porcentajes correspondientes; G1–G5: Formulaciones de jabón base de glicerina pura (control de la base) ensayadas a las concentraciones porcentuales equivalentes entre paréntesis.

Figura D1

Actividad antifúngica de jabones con extracto de *B. pilosa* frente a *C. albicans* SC5314.

(difusión en pozo). Ensayo exploratorio.



Nota: **A:** Jabón con extracto etanólico de *B. pilosa* (6,25 mg/mL a 100 mg/mL). **B:** Extracto etanólico de *B. pilosa* libre (6,25 mg/mL a 100 mg/mL). **C:** Jabón de fluconazol (7,8 a 125 μ /mL). **D:** fluconazol libre (7,8 a 125 μ /mL), **E:** Jabón de DMSO (0,4-6,4%). **F:** DMSO libre (0,4-6,4%). **G:** Jabón de Glicerina. Los códigos de los tratamientos corresponden a las formulaciones y controles descritos en la Tabla 1.

Apéndice E

Actividad antifúngica de formulaciones independientes con extracto de *B. pilosa* frente a *C. albicans* SC5314.

Tabla E1

Diámetro de los halos de inhibición obtenidos en el ensayo con formulaciones independientes de frente a *C. albicans* SC5314.

JABÓN CON FLUCONAZOL		FLUCONAZOL SOLO		JABÓN CON EXTRACTO		SOLO EXTRACTO	
Tratamiento	Halo_mm	Tratamiento	Halo_mm	Tratamiento	Halo_mm	Tratamiento	Halo_mm
F1 (125 µg/mL)	35,388	FLU_125	51,543	J1(100 mg/mL)	13,365	Extracto_ 100	23,190
F1 (125 µg/mL)	28,144	FLU_125	41,763	J1(100 mg/mL)	16,640	Extracto_ 100	22,946
F1 (125 µg/mL)	36,943	FLU_125	36,672	J1(100 mg/mL)	16,940	Extracto_ 100	19,609
PROMEDIO	33,492		43,326		15,648		21,915
F2-1(62,5 µg/mL)	29,352	FLU_62.5	32,035	J2-1(50 mg/mL)	12,841	Extracto_ 50	19,641
F2-1(62,5 µg/mL)	29,879	FLU_62.5	33,967	J2-1(50 mg/mL)	15,150	Extracto_ 50	23,608
F2-1(62,5 µg/mL)	28,251	FLU_62.5	30,981	J2-1(50 mg/mL)	16,095	Extracto_ 50	20,206
PROMEDIO	29,161		32,328		14,695		21,152
F3-1(31,2 µg/mL)	14,155	FLU_31.2	33,061	J3-1(25 mg/mL)	11,072	Extracto_25	18,459
F3-1(31,2 µg/mL)	17,427	FLU_31.2	34,864	J3-1(25 mg/mL)	10,390	Extracto_25	14,422
F3-1(31,2 µg/mL)	13,235	FLU_31.2	32,982	J3-1(25 mg/mL)	11,579	Extracto_25	16,886
PROMEDIO	14,939		33,636		11,014		16,589

Nota. F1–F5: Formulaciones de jabón adicionadas con el control positivo de fluconazol en las concentraciones equivalentes entre paréntesis; FLU_125 a FLU_7,8: Evaluación del control de fluconazol solo (sin base de jabón) a las concentraciones respectivas indicadas en la tabla (µg/mL)); J1–J5: Formulaciones de jabón experimental con extracto etanólico de *B. pilosa*; Extracto_100 a Extracto_6,25: Evaluación del extracto etanólico crudo de *B. pilosa* solo a las concentraciones decrecientes declaradas (mg/mL).

Tabla E2

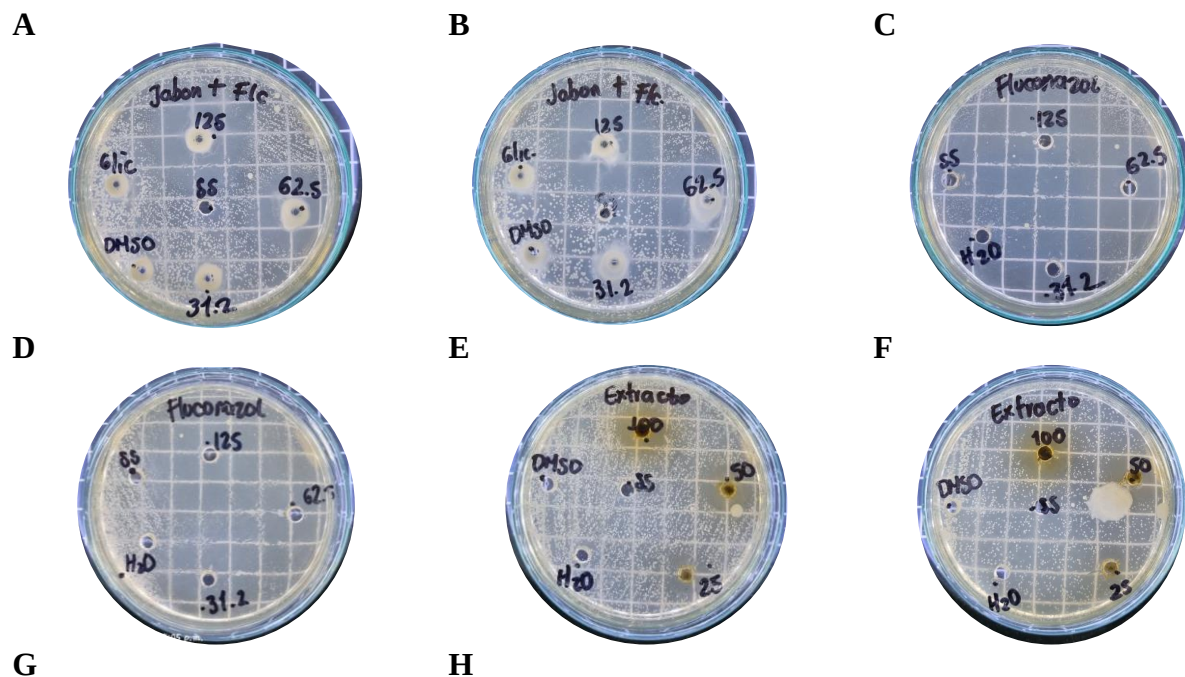
Diámetro de los halos de inhibición de los controles del ensayo con formulaciones independientes de frente a C. albicans SC5314

JABÓN CON DMSO		DMSO SOLO		GLICERINA	
Tratamiento	Halo_mm	Tratamiento	Halo_mm	Tratamiento	Halo_mm
D1(6,4%)	0	DMSO 6,4%	0	G1(50%)	0
D1(6,4%)	0	DMSO 6,4%	0	G1(50%)	0
D1(6,4%)	0	DMSO 6,4%	0	G1(50%)	0
	0		0		0

Nota. D1: Formulaciones de jabón con DMSO. G1: Formulaciones de jabón con glicerina pura.

Figura E1

Actividad antifúngica de jabones con extracto de B. pilosa frente a C. albicans SC5314. Ensayo con formulaciones independientes (J1, J2-1, J3-1)





Nota. A y B: Ensayo con jabón de fluconazol desde F1 a F3-1, incluyendo jabones de glicerina y DMSO al 12.9%; C y D: Ensayo con fluconazol en las mismas concentraciones de F1 a F3-1, incluyendo solución salina y agua; E y F: Ensayo con jabones de extracto de *B. pilosa* desde J1 a J3-1 incluyendo jabones de DMSO, Glicerina, agua y solución salina; G y H: Ensayo con extracto etanólico de *B. pilosa* en las mismas concentraciones de J1- J3-1 incluyendo DMSO, agua y solución salina. Los códigos de los tratamientos corresponden a las formulaciones independientes y controles descritos en la Tabla 2.