

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

ESCUELA DE POSGRADO

Unidad de Posgrado de Ingeniería y Arquitectura



**Comparación de modelos de regresión logística multinomial
para la clasificación de tres grupos de hongos causantes de
onicomicosis en pacientes de una clínica privada en Lima
Metropolitana**

Tesis para obtener el Título de Segunda Especialidad Profesional de
Ingeniería: Estadística Aplicada para Investigación

Autor:

Rolando Paredes Gago
Fredy Ernesto Choquepata Vilca

Asesor:

Dr. Juan Jesús Soria Quijaite

Lima, Mayo de 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Dr. Juan Jesús Soria Quijaite, docente de la Unidad de Posgrado de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Posgrado de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Comparación de modelos de regresión logística multinomial para la clasificación de tres grupos de hongos causantes de onicomicosis en pacientes de una clínica privada en lima metropolitana”** de los autores: Fredy Ernesto Choquepata Vilca y Rolando Paredes Gago tiene un índice de similitud de **12%** verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 14 días del mes de mayo del año 2025.



Dr. Juan Jesús Soria Quijaite

DNI: 21504919

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa unión a 17 días del mes de marzo del año 2025, siendo las 9:00 horas, se reunieron de forma online sincrónica, bajo la dirección del presidente del jurado Mg. Geraldine Veronica Alvizuri Llerena, secretario Mg. Junior Israel Pacheco Espinoza; los demás miembros: PhD. Javier Linkolk López Gonzales, Mg. Esteban Tocto Cano y el asesor Dr. Juan Jesús Soria Quijaite, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de tesis de la segunda especialidad titulada "Comparación de modelos de regresión logística multinomial para la clasificación de tres grupos de hongos causantes de onicomiosis en pacientes de una clínica privada en Lima Metropolitana", conducente a la obtención del título de segunda especialidad profesional de ingeniería: Estadística aplicada para investigación.

El presidente inició el acto académico de sustentación invitando a los candidatos a hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, cuestionamientos y aclaraciones pertinentes, aquellos que fueron absueltos por los candidatos. Luego se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado. Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

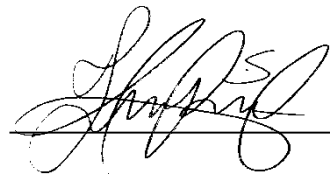
Candidatos: Fredy Ernesto Choquepata Vilca y Rolando Paredes Gago

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	A	Con nominación de excelente	Excelencia

Finalmente, el presidente del jurado invitó a los candidatos a ponerse de pie, para recibir la evaluación final. Además, el presidente del jurado concluyó el acto académico de sustentación, procediéndose a registrar las firmas respectivas.



Geraldine Alvizuri Llerena



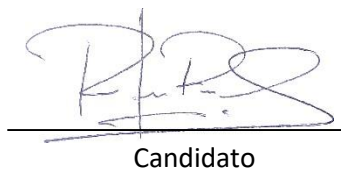
Juan Jesús Soria Quijaite
Asesor



Esteban Tocto Cano
Miembro



Javier Linkolk López Gonzales
Miembro



Fredy Ernesto Choquepata Vilca
Candidato



Rolando Paredes Gago
Candidato

Índice

Índice	1
Resumen	2
Abstract	3
Mensaje clave	3
Introducción	4
Materiales y métodos	5
<i>Población de estudio</i>	5
<i>Diseño muestral</i>	6
<i>Variables dependientes e independientes</i>	6
<i>Construcción de los modelos</i>	6
<i>Evaluación de los modelos</i>	7
Resultados	7
<i>Modelo 1 (Modelo de correlación)</i>	7
<i>Modelo 2 (Modelo reducido)</i>	8
<i>Modelo 3 (Modelo empírico)</i>	9
Discusión	11
Conclusiones	14
Referencias	16
Anexos	18

Comparación de modelos de regresión logística multinomial para la clasificación de tres grupos de hongos causantes de onicomicosis en pacientes de una clínica privada en Lima Metropolitana.

Rolando Paredes Gago, Fredy Ernesto Choquepata Vilca, Juan Jesús Soria Quijaite

Resumen

Objetivo: Diseño, construcción y evaluación de modelos de regresión logística multinomial para la clasificación de grupos de hongos causantes de onicomicosis basada en factores clínicos, sociales y epidemiológicos. **Materiales y métodos:** Se analizaron los datos de 200 fichas clínica-epidemiológicas de pacientes con reporte de resultado de cultivo positivo para hongos causante de onicomicosis en una clínica privada de Lima Metropolitana correspondientes a los años 2021 a 2023. Se identificaron 19 variables independientes relevantes para el estudio y de acuerdo a ello el tamaño de muestra mínima mediante la fórmula de Freeman ($n=200$) que garantiza la estabilidad y fiabilidad para los modelos de regresión logística multinomial. Los datos se procesaron en R Studio para la construcción y evaluación de los modelos. **Resultados:** El modelo empírico, con 14 variables, alcanzó una tasa de clasificación correcta del 73%. El modelo de correlación, que incluyó 14 variables, logró una clasificación correcta del 67%. En cambio, el modelo reducido, con ocho variables, también presentó una tasa del 67%. Se identificaron a las variables sexo, edad, Índice de Masa Corporal, ocupación, tiempo de enfermedad, número de uñas afectadas, uña de dedos, lesión, inflamación periungueal, grosor, coloración, tratamiento, tipo de tratamiento y tiempo de actividad deportiva como significativas ya que mejoran la precisión diagnóstica para las infecciones micóticas. **Conclusiones:** El modelo empírico fue el más efectivo para nuestro estudio mostrando una precisión de clasificación del 63.23% para dermatofitos, 80% para levaduras y 75% para no dermatofitos. optimizando el resultado diagnóstico laboratorio para onicomicosis.

Palabras clave: Onicomicosis; hongos; Levaduras; Modelos logísticos (fuente: DeCS BIREME)

Introducción

A nivel global la onicomicosis, tiña de la uña o tiña ungueal, es una enfermedad común causada por hongos y la incidencia de esta infección está aumentando actualmente ⁽¹⁾, así mismo es el tipo de infección por hongos más común en la población representado hasta el 50% de trastornos en las uñas presentada como una enfermedad cosmopolita ⁽²⁾. Los agentes implicados en su patogenia son los dermatofitos, levaduras y hongos no dermatofitos, los cuales se manifiestan con lesiones afectando con más frecuencia la uña de los pies que de las manos ⁽³⁾. Este tipo de infección en su mayoría son recurrentes ya sea por reinfección, por diagnósticos erróneos o

tratamientos incompletos ⁽⁴⁾. En la práctica clínica se asocia la onicomicosis casi exclusivamente a un grupo de hongos (dermatofitos); sin embargo, diversos reportes indican que la onicomicosis mixta y la onicomicosis causada por mohos no dermatofitos están aumentando en incidencia, especialmente en personas vulnerables en los últimos años ⁽⁵⁾, cabe mencionar que en su mayoría clínicamente son indistinguibles ⁽⁶⁾, por lo que se solicita exámenes laboratoriales para su diagnóstico definitivo; sin embargo, en muchos casos estos exámenes que se realizan mediante un cultivo micológico cuando hay un crecimiento de los hongos no dermatofitos y levaduras, estos son muchas veces considerados como contaminantes ⁽⁷⁾, teniendo como resultados un tratamiento no focalizado y pérdida de tiempo.

En cuanto a una revisión en Latinoamérica describe que la onicomicosis varía según el tipo de hongo; los dermatofitos afectan lentamente las uñas sin paroniquia; las levaduras suelen invadir las uñas de las manos, causando inflamación y supuración; y los mohos no dermatofitos, aunque difíciles de diferenciar clínicamente, son patógenos oportunistas por lo que esta variabilidad complica el diagnóstico preciso ^(8,9). Algunos estudios describen que factores como la edad avanzada, la inmunosupresión, la tiña de los pies, el sexo masculino, el estrato social y los recursos socioeconómicos influyeron en la aparición de onicomicosis y en el tipo de hongos identificados ^(10,11), mientras que otros han encontrado que características clínicas como la inflamación periungueal y la decoloración de las uñas se asociaron con hongos no dermatofitos y levaduras, los cuales se consideraron patógenos secundarios en lugar de principales ^(3,12)

El uso de modelos de regresión logística en ciencias de la salud permite realizar análisis explicativos y predictivos, permitiendo determinar la importancia de los factores de riesgo individuales y su impacto en el modelo que se pueden utilizar para predecir las medidas de diagnóstico de una prueba donde la distribución conjunta del resultado de la prueba de detección y el resultado de la prueba de referencia genera datos de respuesta multinomial ⁽¹³⁾, sin embargo no hay referencia de estudios relacionados para el diagnóstico de onicomicosis. Recientemente, la inteligencia artificial ha avanzado en el diagnóstico de onicomicosis mediante el uso de redes neuronales para analizar imágenes clínicas de uñas dando resultados como positivo o negativo no identificando al grupo de hongo causante ⁽¹⁴⁾.

En nuestro país se reportan en su mayoría onicomicosis por dermatofitos, pero la epidemiología de los agentes encontrados está cambiando y correlaciones de algunas características tanto clínicas epidemiológicas y sociales con algunos tipos de hongos han sido reportadas⁽¹⁵⁾. Por tanto, un diagnóstico certero es fundamental para un tratamiento oportuno. Por ello, se estableció una relación entre los factores clínico-socio-epidemiológicos mediante un enfoque de regresión logística multinomial. Esto permitió la construcción y evaluación de modelos útiles para diferenciar entre tres grupos de hongos, lo que contribuiría a optimizar los resultados del método de laboratorio, que se basa en el cultivo fúngico, considerado el gold estándar para el diagnóstico de onicomicosis.

Materiales y métodos

Población de Estudio

El presente estudio se realizó en una clínica privada ubicada en Lima, Perú, donde se identificó una población de pacientes diagnosticados con onicomicosis en un período de dos años (2021-2023). Esta población se compone de individuos que acudieron a la clínica por síntomas relacionados con infecciones ungueales, siendo todos diagnosticados con cultivo positivo para hongos. El muestreo utilizado en este estudio fue de tipo no probabilístico, específicamente por conveniencia. Se seleccionaron las fichas de manera consecutiva durante el periodo de estudio.

Diseño Muestral

Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó la fórmula de Freeman ^(16,17) que establece que:

$$n = 10(k + 1)$$

donde n representa el tamaño de muestra y k representa el número de variables independientes. A partir del análisis de los registros de las fichas, se recolectaron 19 variables consideradas como independientes, lo que resultó en un tamaño de muestra de 200 fichas lo que asegura una robustez estadística adecuada para el análisis de los datos mediante modelos de regresión logística.

Variables dependientes e independientes

En este estudio, se identificaron 19 variables independientes (VI), las cuales fueron clasificadas en tres grupos:

Factores Clínicos: Incluyen variables como el tiempo de enfermedad, número de uñas afectadas, localización, uña de dedos, lesión, inflamación periungueal, grosor de las uñas, coloración, tratamiento, dermatitis, tipo de tratamiento y comorbilidades.

Factores Epidemiológicos: Comprenden variables como el distrito, el Índice de Masa Corporal (IMC) y tiempo de actividad deportiva.

Factores Sociales: Incluyen variables como el sexo, la edad, educación y la ocupación. Las variables de educación y ocupación fueron categorizadas de acuerdo con la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE) y la Clasificación Internacional de Ocupaciones (CIUO), respectivamente.

Del total de variables, cuatro fueron numéricas y 15 cualitativas. La variable dependiente (VD) es cualitativa y se clasifica en tres categorías: 1. Dermatofitos, 2. Levaduras y 3. No dermatofitos.

Construcción de modelos

La construcción del primer modelo se basó en un análisis estadístico descriptivo, seguido de un examen de la asociación entre cada variable independiente y la variable dependiente mediante

técnicas de estadística bivariado. Para las variables numéricas, se utilizaron análisis de varianza (ANOVA) o la prueba de Kruskal-Wallis para evaluar las diferencias significativas entre las categorías. En el caso de las variables categóricas, se aplicaron la prueba de Chi-cuadrado y el Test de Fisher para determinar la existencia de asociaciones significativas entre las variables (Ver Tabla 1). Posteriormente, se seleccionaron las variables que mostraron una asociación significativa con la variable dependiente para construir el primer modelo de regresión logística multinomial. Para la construcción del segundo modelo se utilizó un modelo saturado inicial y se aplicó un enfoque hacia atrás basado en el p-valor de la prueba de Wald y los odds ratios (OR) para eliminar variables no significativas por lo que el modelo final incluyó las variables significativas restantes (ver Tabla 2). El tercer modelo fue basado en la experiencia laboratorial y el juicio experto, se seleccionaron las variables que se consideraron más relevantes para la clasificación de hongos causante de onicomycosis para lo que se creó un modelo empírico utilizando estas variables seleccionadas.

Evaluación de los modelos

Para la evaluación de los modelos, se utilizaron pruebas de bondad de ajuste mediante el cálculo de los p-valores de la razón de verosimilitud y los pseudo R^2 de McFadden, Cox-Snell, Nagelkerke. Además, se realizó un análisis de residuos. Para medir el desempeño de los modelos, se calculó la tasa de clasificación correcta (observaciones/predicciones) con el fin de evaluar la precisión en la clasificación de dermatofitos, levaduras y no dermatofitos. Se emplearon criterios de evaluación adicionales, como la desviación residual y el criterio de información de Akaike (AIC), para cada modelo y fue comparada con un modelo nulo que fue creado.

Resultados

El enfoque econométrico para los tres modelos se basa en la regresión logística multinomial, comparando dos grupos (levaduras y no dermatofitos) con la categoría de referencia (dermatofitos).

Modelo 1 (modelo de correlación)

Este modelo fue construido con 14 variables independientes que tuvieron asociación estadísticamente significativa a la variable dependiente ($p \leq 0,005$). Las siguientes ecuaciones representan las probabilidades logarítmicas de pertenecer a cada categoría en comparación con la referencia para el modelo de correlación.

- $$\ln \left(\frac{P(Y=levaduras)}{P(Y=dermatofitos)} \right) = 0.7189 - 0.0323(Edad) + 0.1306(Educación) - 0.7181(Ocupación) - 0.0196(Tiempo de enfermedad) - 0.0010(Uñas afectadas) - 0.2544(uña de dedos) + 0.2524(Lesión) + 0.0076(Inflamación periungueal) + 0.6556(Grosor) + 0.0829(Coloración) + 2.0857(Tratamiento) + 0.3571(Dermatitis) - 0.0957(Comorbilidades) + 0.2552(Tipo de tratamiento)$$

- $$\ln \left(\frac{P(Y=No\ dermatofitos)}{P(Y=dermatofitos)} \right) = -0.3836 - 0.0074(Edad) - 0.0313(Educación) - 0.0244(Ocupación) - 0.0266(Tiempo\ de\ enfermedad) + 0.2071(Uñas\ afectadas) - 0.8592(Uña\ de\ dedos) + 0.2437(Lesión) + 1.4646(Inflamación\ periungueal) - 0.2277(Grosor) + 0.4235(Coloración) + 1.2119(Tratamiento) - 0.4275(Dermatitis) - 0.1149(Comorbilidades) + 0.0505(Tipo\ de\ tratamiento)$$

El modelo de correlación muestra una mejora significativa en el ajuste en comparación con el modelo nulo, como lo indica la prueba de razón de verosimilitud ya que el p-valor obtenido fue 2.81E-17. El modelo presentó una desviación residual de 291.01 y un AIC de 351.01, lo que es significativamente mejor que el modelo nulo. El modelo muestra un Pseudo R^2 de McFadden de 0.329 indicando un ajuste moderado. Los valores de Pseudo R^2 de Cox y R^2 Snell sugieren un mejor ajuste, indicando que el modelo explica aproximadamente el 50.9% y 57.5% de la variabilidad en los datos.

En el análisis de los residuos se encontró una media cercana a cero y desviaciones estándar que oscilan entre 0.334 y 0.409. Los percentiles de los residuos muestran una distribución equilibrada, lo que sugiere la ausencia de sesgos significativos. El gráfico de residuos estandarizados frente a los valores ajustados revela una dispersión homogénea alrededor de la línea cero, lo que sugiere que el modelo cumple con los supuestos de homocedasticidad y no presenta patrones sistemáticos que podrían indicar un mal ajuste (ver Figura 1).

El modelo logró una tasa global de clasificación correcta del 67% (ver Tabla 3).

Modelo 2 (modelo reducido)

Este modelo fue construido por ocho variables que fueron estadísticamente significativas por la prueba de Wald ($p \leq 0.005$) que fueron calculadas a partir del modelo saturado. Las siguientes ecuaciones representan las probabilidades logarítmicas de pertenecer a cada categoría en comparación con la referencia para el modelo reducido.

- $$\ln \left(\frac{P(Y=levaduras)}{P(Y=dermatofitos)} \right) = -2.9786 - 0.0265(Edad) + 0.0669(IMC) - 0.1761(Uña\ de\ dedos) + 0.2157(Lesión) + 0.6984(Inflamación\ periungueal) + 0.6764(Grosor) + 0.0933(Coloración) + 1.6373(Tratamiento)$$
- $$\ln \left(\frac{P(Y=No\ dermatofitos)}{P(Y=dermatofitos)} \right) = -5.5305 + 0.0299(Edad) + 0.1332(IMC) - 0.8141(Uña\ de\ dedos) + 0.2000(Lesión) + 1.7897(Inflamación\ periungueal) - 0.3620(Grosor) + 0.4531(Coloración) + 0.8913(Tratamiento)$$

El modelo reducido mejora notable en el ajuste en comparación con el modelo nulo, como lo indica la prueba de razón verosimilitud con un valor p de 4.27E-19. El modelo presenta una

desviación residual de 307.67 y un AIC de 343.67 lo que sugiere que el modelo ajustado es más adecuado que el modelo nulo. El modelo muestra un Pseudo R^2 de McFadden de 0.290. Los valores de Pseudo R^2 de Cox y Snell y Nagelkerke sugieren que el modelo explica aproximadamente el 46.7% y 52.7% de la variabilidad en los datos, respectivamente.

En el análisis de los residuos, la media es extremadamente cercana a cero para las tres categorías lo que indica una distribución equilibrada en torno a cero. Las desviaciones estándar oscilan entre 0.326 y 0.396. Los percentiles de los residuos muestran una distribución relativamente homogénea, con los residuos centrados alrededor de la mediana y sin indicios significativos de sesgo. El gráfico de residuos estandarizados frente a los valores ajustados muestra una dispersión relativamente uniforme alrededor de la línea cero, indicando que el modelo cumple en gran medida con los supuestos de homocedasticidad. No se observan patrones sistemáticos evidentes que sugieran un mal ajuste del modelo (ver Figura 2).

La tasa global de clasificación correcta del segundo modelo es del 67%. (ver Tabla 3).

Modelo 3 (empírico)

Este modelo fue construido por 14 variables independientes bajo un criterio teórico y empírico en relación a diferentes resultados encontrados en relación a las características asociadas a un género y/o especie de hongos causantes de onicomycosis. Las siguientes ecuaciones representan las probabilidades logarítmicas de pertenecer a cada categoría en comparación con la referencia para el modelo empírico.

- $$\ln \left(\frac{P(Y=levaduras)}{P(Y=dermatofitos)} \right) = -5.5334 + 0.9128(\text{Sexo}) - 0.0320(\text{Edad}) + 0.1033(\text{IMC}) -$$

$$0.6025(\text{Ocupación}) - 0.0268(\text{Tiempo de enfermedad}) + 0.0052(\text{Uñas afectadas}) -$$

$$0.3666(\text{Uña de dedos}) + 0.2813(\text{Lesión}) + 0.1264(\text{Inflamación periungueal}) + 0.7819(\text{Grosor}) +$$

$$0.0297(\text{Coloración}) + 1.9575(\text{Tratamiento}) + 0.4338(\text{Tiempo de actividad deportiva}) +$$

$$0.3797(\text{Tipo de tratamiento})$$
- $$\ln \left(\frac{P(Y=No dermatofitos)}{P(Y=dermatofitos)} \right) = -6.7996 + 0.4597(\text{Sexo}) - 0.0201(\text{Edad}) + 0.1475(\text{IMC}) -$$

$$0.0661(\text{Ocupación}) - 0.0262(\text{Tiempo de enfermedad}) + 0.2392(\text{Uñas afectadas}) -$$

$$0.9291(\text{Uña de dedos}) + 0.2501(\text{Lesión}) + 1.6236(\text{Inflamación periungueal}) - 0.3060(\text{Grosor}) +$$

$$0.4304(\text{Coloración}) + 1.1465(\text{Tratamiento}) + 0.1339(\text{Tiempo de actividad deportiva}) -$$

$$0.0100(\text{Tipo de tratamiento})$$

El modelo empírico muestra una mejora muy significativa en el ajuste en comparación con el modelo nulo, como lo indica la prueba de razón de verosimilitud con un p-valor de 3.65E-19. El modelo presenta una desviación residual de 280.49 y un AIC de 340.49. El Pseudo R^2 de McFadden es 0.353 y los valores de Pseudo R^2 de Cox y Snell y Nagelkerke sugieren que el

modelo explica aproximadamente el 53.4% y 60.4% de la variabilidad en los datos, respectivamente.

En el análisis de los residuos, la media de los residuos es muy cercana a cero para las tres categorías. Las desviaciones estándar de los residuos oscilan entre 0.326 y 0.395 y los percentiles de los residuos muestran una distribución equilibrada, sin sesgos significativos. El gráfico de residuos estandarizados frente a los valores ajustados muestra una dispersión uniforme alrededor de la línea cero. Esto sugiere que el modelo cumple con los supuestos de homocedasticidad y no presenta patrones sistemáticos que puedan indicar problemas con el ajuste del modelo.

La tasa global de clasificación correcta del tercer modelo es del 73%. (ver *Tabla 3*).

Discusión

En el presente estudio se compararon diferentes modelos de regresión logística multinomial para la clasificación de tres grupos de hongos causante de onicomicosis, con el objetivo de encontrar el modelo más eficaz. Se puso especial énfasis en mejorar la capacidad predictiva y asegurar el cumplimiento de los supuestos estadísticos asociados a la regresión. Las 19 variables independientes encontradas en las fichas fueron agrupadas como factores clínicos, factores sociales o epidemiológicos⁽¹⁸⁾. El modelo de correlación no incluyó cinco variables del total, las cuales fueron IMC, sexo, distrito, localización y tiempo de actividad deportiva que pertenecen a factores sociales y epidemiológicos, dando contraste a factores netamente clínicos como predictores en este modelo.

El tiempo de enfermedad fue significativamente diferente entre los grupos ($p = 0.002$), con pacientes afectados por no dermatofitos mostrando un tiempo más prolongado de enfermedad, lo que sugiere una posible relación con un diagnóstico tardío por ser considerado como contaminantes lo cual está relacionado con reportes que asocian tiempo de enfermedad y la edad con infecciones mixtas^(3,12,19). El número de uñas afectadas también fue mayor en este grupo ($p < 0.001$), reflejando una posible diseminación más extensa de la infección. Además, las lesiones más severas, como la distrofia total, fueron más frecuentes en infecciones por no dermatofitos ($p < 0.001$), lo cual es diferente con algunas revisiones sistemáticas donde este tipo de lesión no es asociada específicamente con un determinado grupo sino como consecuentes de una onicomicosis subungueal proximal y/o una onicomicosis subungueal distal o lateral que son asociados principalmente a dermatofitos^(2,20,21) lo que podría estar relacionado con el tiempo que tienen la lesión o falta de tratamiento.

La inflamación periungueal fue más común en infecciones por levaduras y no dermatofitos ($p = 0.005$), lo que sugiere una respuesta inflamatoria más intensa en estos casos, lo cual es consistente con reportes que indican la aparición de este tipo de característica con aislamientos de *Aspergillus* y *Fusarium* (Hongos no dermatofitos)⁽²⁾, pero diferente con un estudio en la India donde reportan este tipo de inflamación en un 37% de sus aislados siendo todos hongos dermatofitos⁽²²⁾. En cuanto al grosor de las uñas, este fue mayor en infecciones por dermatofitos

y no dermatofitos ($p < 0.001$), un hallazgo típico en onicomicosis pero que podría ser más pronunciado en ciertos hongos, sin embargo no siempre el grosor de la uña determina una onicomicosis⁽²³⁾. La coloración negra u oscura de las uñas fue significativamente más prevalente en infecciones por no dermatofitos ($p < 0.001$), lo que podría servir como un indicador clínico útil para diferenciar tipos de infecciones, lo cual podría estar relacionado con infección por hongos dematiáceos⁽²⁴⁾.

En términos de factores sociales, la edad mostró diferencias significativas, con pacientes jóvenes afectados principalmente por levaduras y los mayores por no dermatofitos ($p < 0.001$), lo cual es consistente con reportes que indican que personas entre 40 y 60 años son los más afectados por onicomicosis⁽¹⁰⁾ y que la infección por dermatofitos e infecciones mixtas aumenta con la edad⁽¹²⁾, lo cual puede reflejar diferencias en la exposición a factores de riesgo o en la inmunocompetencia. El nivel educativo también fue significativo, con aquellos de nivel intermedio más afectados por levaduras ($p = 0.033$) lo cual podría estar relacionado con estudios en una población rural donde se encontró onicomicosis por levaduras como principal agente⁽¹⁹⁾. La ocupación mostró una mayor prevalencia de infecciones por dermatofitos en personas con niveles ocupacionales más altos ($p = 0.019$), posiblemente debido a que es una infección relacionada a estratos sociales de tipo medio, como también se evidencia en un estudio donde comparan dos estratos sociales⁽¹¹⁾. La presencia de comorbilidades, especialmente diabetes, fue significativamente mayor en pacientes con infecciones por no dermatofitos ($p < 0.001$), lo que está en línea con la literatura que indica que estas personas son más susceptibles a infecciones graves y de difícil tratamiento⁽²⁵⁾. Variables como sexo y tiempo de actividad deportiva no han sido consideradas; sin embargo, en otros reportes han sido bien correlacionadas^(26,27).

El modelo reducido se realizó mediante el método hacia atrás incluyendo a las variables edad, IMC, uñas de dedos, lesión, Inflamación periungueal, grosor, coloración y tratamiento como predictores de clasificación. A partir del análisis del modelo saturado para la clasificación de infecciones por levaduras y no dermatofitos, se identificaron varias variables con significancia estadística que fueron utilizadas para construir un modelo reducido. En el caso de las infecciones por levaduras, la edad resultó ser un predictor significativo ($p = 0.022$), indicando que la probabilidad de infección disminuye a medida que aumenta la edad ($OR = 0.970$). Esto sugiere que los pacientes más jóvenes podrían estar en mayor riesgo de desarrollar infecciones por levaduras, ya que algunos estudios donde relacionan el aumento de edad con onicomicosis tienen reportes principalmente de dermatofitos^(10,28).

Además, la variable lesión se asoció significativamente con las infecciones por levaduras ($p = 0.001$), mostrando que las formas de cómo se presenta las lesiones difieren considerablemente la probabilidad de infección ($OR = 1.319$). Este hallazgo subraya la importancia de evaluar clínicamente la presencia de las lesiones como un posible clasificador de infecciones micóticas, consistente con muchos reportes que indican a grupos o especies de hongos con el tipo de lesión que presentan las uñas^(29,30).

La variable grosor de las uñas afectadas presentándose también fue un factor significativo en la predicción de infecciones por levaduras ($p = 0.001$), con un OR elevado (2.0376), lo que indica que la característica de un engrosamiento está asociada principalmente a dermatofitos y no dermatofitos, sin embargo un estudio de onicomicosis por levaduras señala que la característica clínica que mayor se presentó fue la distrofia total que presenta un grosor ⁽³¹⁾, lo que difiere con lo encontrado en nuestro estudio que podría deberse a un poca cantidad de muestra lo que no proyecta realmente la diferenciación de esta característica. El tipo de tratamiento se identificó como otro factor clave ($p = 0.005$), donde algún tratamiento aumentó significativamente las probabilidades de infección por levaduras (OR = 7.7742), lo cual podría estar relacionado a una respuesta diferencial al tratamiento en estos casos o que tratamientos que se pueden dar frente a otras enfermedades como la psoriasis aumenta la posibilidad de infección de este tipo de hongos ⁽³²⁾.

En cuanto a las infecciones por no dermatofitos, IMC mostró una relación significativa con estas infecciones ($p = 0.019$), donde un aumento en el IMC se asoció con un mayor riesgo de infección (OR = 1.1536). Este hallazgo sugiere un posible aumento de peso en la susceptibilidad a los no dermatofitos, sin embargo, no hay reportes de asociación de grupos de hongos con estas características, sino reportes de asociaciones de obesidad considerado como un factor de riesgo predictor para tener onicomicosis ^(33,34). De manera interesante, la afectación o no de una determinada uña estuvo asociada con una menor probabilidad de infección por no dermatofitos ($p = 0.001$, OR = 0.3835), lo que podría indicar que los no dermatofitos afectan menos frecuentemente una determinada uña de los dedos en comparación con otras, pero no hay reportes que soporten esta relación encontrada, sin embargo, un estudio revelo que la primera uña siempre era la más afectada en varones mientras que en mujeres las uñas 2 a 5⁽²⁹⁾.

La presencia del tipo de lesiones también fue un factor predictivo significativo para infecciones por no dermatofitos ($p = 0.008$, OR = 1.2990), similar al caso de las levaduras, sugiriendo que un determinado tipo de lesión es las uñas es un factor comúnmente asociado con infecciones micóticas⁽³²⁾. La inflamación periungueal se destacó como un predictor importante ($p = 0.018$), asociado con un aumento considerable en el riesgo de infección por no dermatofitos (OR = 5.1629). Este hallazgo es crucial, ya que la inflamación periungueal podría servir como un indicador clínico clave para diferenciar las infecciones por no dermatofitos. Además, la coloración de la uña fue otro factor significativo ($p = 0.021$), donde se observó una mayor probabilidad de infección por no dermatofitos cuando se presentaba una coloración particular (OR = 1.4733). Este enfoque busca mejorar la eficiencia y precisión en la clasificación de infecciones micóticas, centrándose en las variables con mayor poder predictivo y eliminando posibles variables redundantes o no informativas. La discusión de estos resultados resalta la importancia de ciertos factores clínicos en la diferenciación de las infecciones micóticas.

Para el modelo empírico se ajustó con variables independientes que se consideraron importantes en relación a la experiencia, la práctica laboratorial y el grupo considerado en la población, por lo que las variables como educación, distrito, dermatitis, comorbilidades fueron eliminadas. Se

consideró eliminar la variable educación dada la población en su mayoría era mayor de edad por lo que el nivel básico no tendría tanta repercusión. En cuanto a distrito estos solo se pudieron agrupar en relación a sectores dada la heterogeneidad de pacientes que viven en diferentes distritos y que cada uno de esos distritos pueden tener un sector A, B y C por lo que esta variable no diferenciaría algún nivel, En cuanto a dermatitis en muchos casos no han tenido un diagnóstico por lo que esta información tampoco se consideró. Por último, comorbilidades fue eliminada si bien en muchos estudios consideran a esta variable como significativa ⁽³⁰⁾, en cuanto a una infección por hongos dada su cantidad de categorías (13 en total) no sería adecuado como variable predictora en un estudio de regresión dada la poca cantidad de muestra (n=200).

En cuanto a la bondad de ajuste el Modelo Empírico se destaca por ser superior con el valor más alto en el Pseudo R^2 de McFadden (0.353) y los mejores resultados en los Pseudo R^2 de Cox y Snell y Nagelkerke, que indican una explicación de aproximadamente el 53.4% y 60.4% de la variabilidad en los datos, respectivamente. Este modelo supera al Modelo de Correlación, que, aunque también muestra un ajuste sólido con un Pseudo R^2 de McFadden de 0.329 y valores de Cox y Snell y Nagelkerke del 50.9% y 57.5%, no alcanza el nivel del Modelo Empírico. El Modelo Reducido, por su parte, utiliza solo 8 variables y ofrece un ajuste más modesto, con un Pseudo R^2 de McFadden de 0.290 y valores de Cox y Snell y Nagelkerke de 46.7% y 52.7%, respectivamente.

Conclusiones

En conclusión, los 3 modelos apoyarían a un resultado diagnóstico, sin embargo, bajo este estudio el modelo empírico sería el mejor ya que no solo logra una tasa de clasificación correcta del 73%, sino que también incorpora variables significativas basadas en la experiencia laboratorial, optimizando la predicción de diferentes tipos de infecciones.

Una limitación importante del estudio es el tamaño de la muestra (n = 200), lo que pudo limitar la detección de asociaciones significativas, especialmente en variables con múltiples categorías, como comorbilidades. La ausencia de información diagnóstica precisa sobre un diagnóstico de dermatitis podría haber afectado los resultados. Finalmente, al tratarse de un estudio realizado en una clínica privada en Lima, los hallazgos podrían no ser completamente generalizables a otras.

Entre las fortalezas del estudio se destaca el uso de múltiples enfoques de modelado, incluyendo tres modelos optimizándose a partir de la experiencia laboratorial y el conocimiento clínico, logrando una excelente capacidad predictiva y el mejor ajuste con una tasa de clasificación correcta del 73% en cuanto a los tres grandes grupos de hongos causante de onicomiosis. Además, el estudio abarcó una amplia gama de variables clínicas, sociales y epidemiológicas, lo que permitió una evaluación integral de los factores que influyen en la onicomiosis, identificando con precisión las variables más relevantes para la clasificación de las infecciones micóticas. Los resultados también proporcionan una base sólida para futuros estudios y el desarrollo de protocolos diagnósticos más efectivos.

Referencias bibliográficas

1. Elewski BE. Onychomycosis: Pathogenesis, Diagnosis, and Management. *Clin Microbiol Rev.* 1998;11(3):415–29. doi:10.1128/CMR.11.3.415
2. Piraccini B, Alessandrini A. Onychomycosis: A Review. *J Fungi.* 2015;1(1):30–43. doi:10.3390/jof1010030
3. Martínez-Herrera EO, Arroyo-Camarena S, Tejada-García DL, Porras-López CF, Arenas R. Onychomycosis due to opportunistic molds. *An Bras Dermatol.* 2015;90(3):334–7. doi:10.1590/abd1806-4841.20153521
4. Falotico JM, Lipner SR. Updated Perspectives on the Diagnosis and Management of Onychomycosis. *Clin Cosmet Investig Dermatol.* 2022;Volume 15:1933–57. doi:10.2147/CCID.S362635
5. Reinel D. Non-dermatophyte fungi in onychomycosis—Epidemiology and consequences for clinical practice. *Mycoses.* 2021;64(7):694–700. doi:10.1111/myc.13251
6. Libon F, Nikkels-Tassoudji N, Dezfoulian B, Arrese JE, Nikkels AF. Non-dermatophyte Dermatoses Mimicking Dermatophytoses in Humans. *Mycopathologia.* 2017;182(1–2):101–11. doi:10.1007/s11046-016-0059-7
7. Zurita S, Navarro A, Durand S, Machicado R. ONICOMICOSIS POR *Fusarium* Moniliforme.
8. Altamirano Pérez KL, Acurio Pinto TG, Altamirano Jara JB. Onicomycosis: diagnóstico y tratamiento. *RECIAMUC.* 2020;4(4):24–31. doi:10.26820/reciamuc/4.(4).noviembre.2020.24-31
9. Garmendia JL, Viedma PI, Arza JM. Onicomycosis: diagnóstico y tratamiento.
10. Husain A, Alam MN, Joarder Y. Correlation between clinical and mycological diagnosis of onychomycosis.
11. Alfageme-García P, Jiménez-Cano VM, Ramírez-Durán MDV, Gómez-Luque A, Hidalgo-Ruiz S, Basilio-Fernández B. Onychomycosis in Two Populations with Different Socioeconomic Resources in an Urban Nucleus: A Cross-Sectional Study. *J Fungi.* 2022;8(10):1003. doi:10.3390/jof8101003
12. Gupta AK, Taborda VBA, Taborda PRO, Shemer A, Summerbell RC, Nakrieko K-A. High prevalence of mixed infections in global onychomycosis. Borkovich KA, editor. *PLOS ONE.* 2020;15(9):e0239648. doi:10.1371/journal.pone.0239648
13. Dwivedi AK, Mallawaarachchi I, Figueroa-Casas JB, Morales AM, Tarwater P. Multinomial Logistic Regression Approach for the Evaluation of Binary Diagnostic Test in Medical Research. *Stat Transit New Ser.* 2015;16(2):203–22. doi:10.21307/stattrans-2015-011
14. Lim SS, Hui L, Ohn J, Cho Y, Oh CC, Mun J-H. Diagnostic accuracy of dermoscopy for onychomycosis: A systematic review. *Front Med.* 2022;9:1048913. doi:10.3389/fmed.2022.1048913
15. Casanova-Claure E, Navarrete-Mejía P. Perfil epidemiológico y características clínicas de la onicomycosis en población militar.
16. Agresti A. Introduction to Categorical Data Analysis.

- 17.Ortega Calvo M, Cayuela Domínguez A. Regresión logística no condicionada y tamaño de muestra: una revisión bibliográfica. *Rev Esp Salud Pública*. 2002;76(2):85–93. doi:10.1590/S1135-57272002000200002
- 18.Yuil JMR, Castro MR. Correlación clínico-etiológica y factores asociados a onicomicosis. 2011;
- 19.Marcos-Tejedor F, Mota M, Iglesias-Sánchez MJ, Mayordomo R, Gonçalves T. Identification of Fungi Involved in Onychomycosis in Patients of a Spanish Rural Area. *J Fungi*. 2021;7(8):623. doi:10.3390/jof7080623
- 20.Leung AKC, Lam JM, Leong KF, Hon KL, Barankin B, Leung AAM, et al. Onychomycosis: An Updated Review. *Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov*. 2020;14(1):32–45. doi:10.2174/1872213X13666191026090713
- 21.Ballesté DR, Mousqués N, Gezuele E. Onicomicosis. Revisión del tema. 2003;19.
- 22.Singal A, Pandhi D, Das S, Yadav P. Clinico-mycological study of dermatophyte toenail onychomycosis in New Delhi, India. *Indian J Dermatol*. 2015;60(2):153. doi:10.4103/0019-5154.152511
- 23.Kim JK, Chung HC, Chun EJ, Kim S, Kim CW. Correlation Between Nail Thickness and Onychomycosis: Misuse of Antifungal Agents in Patients With Thick Nails. *Ann Dermatol*. 2024;36(2):123. doi:10.5021/ad.22.130
- 24.Antúnez Oliva JA, Montero Brenes F, Pabón Páramo CA. Onicomicosis por hongos negros: onicopatía con características especiales. *Rev Medica Sinerg*. 2020;5(4):e446. doi:10.31434/rms.v5i4.446
- 25.Razavyoon T, Hashemia SJ, Mansouri P, Rafat Z, Saboor-Yaraghi AA, Kamali Sarvestani H, et al. The epidemiology and etiology of onychomycosis in 2 laboratory centers affiliated to Tehran university of medical sciences during 2019-2020. *Iran J Microbiol [Internet]*. 2022 [citado el 22 de julio de 2023]; doi:10.18502/ijm.v14i2.9196
- 26.Das S, Bandyopadhyay S, Sawant S, Chaudhuri S. The Epidemiological and Mycological Profile of Superficial Mycoses in India from 2015 to 2021: A Systematic Review. *Indian J Public Health*. 2023;67(1).
- 27.Iglesias Hernández TM, Velar Martínez RE, Kenguruka DD, Illnait-Zaragozı MT. Estudio clínico-epidemiológico y microbiológico de las dermatofitosis en el adulto. *Belize J Med [Internet]*. 2024 [citado el 13 de octubre de 2024];13(3). doi:10.61997/bjm.v13i3.445
- 28.Kayarkatte MN, Singal A, Pandhi D, Das S. Clinico-mycological study of onychomycosis in a tertiary care hospital—A cross-sectional study. *Mycoses*. 2020;63(1):113–8. doi:10.1111/myc.13025
- 29.Dubljanin E, Dzamic A, Vujcic I, Mijatovic S, Crvenkov T, Grujicic SS, et al. Correlation of clinical characteristics, by calculation of SCIO index, with the laboratory diagnosis of onychomycosis. *Braz J Microbiol*. 2022;53(1):221–9. doi:10.1007/s42770-021-00676-z
- 30.Agrawal S, Singal A, Grover C, Das S, Madhu SV. Clinico-Mycological Study of Onychomycosis in Indian Diabetic Patients. *Indian Dermatol Online J*. 2023;14(6):807–13. doi:10.4103/idoj.idoj_642_22

31. Mayorga-Rodríguez J, Curiel-López UI, Escobar-Acosta M. Onicomycosis por levaduras: características clínicas y epidemiológicas.
32. Grynszpan R, Barreiros G, Nascimento Paixão M, Frasnelli Fernandes M, Aguinaga F, Camargo C, et al. Coexistence of onychomycosis and nail psoriasis and its correlation with systemic treatment. *Mycoses*. 2021;64(9):1092–7. doi:10.1111/myc.13331
33. Bersano JMQB, Cordeiro MG, Marson FAL. Prevalence and risk predictors of onychomycosis in patients on hemodialysis: an observation, prospective, and unicenter study in Brazil. *Front Med*. 2023;10:1268324. doi:10.3389/fmed.2023.1268324
34. Shah V, Desai A, Lipner S. Retrospective Analysis of Onychomycosis Risk Factors Using the 2003-2014 National Inpatient Sample. *Dermatol Pract Concept*. 2024;14(2):e2024074. doi:10.5826/dpc.1402a74

Anexos

Tabla 1. Asociación de Factores Clínicos, Sociales y Epidemiológicos según Grupos de Hongos Causantes de Onicomicosis

Factores	Variables	Categoría	Dermatofito	Levadura	No dermatofitos	Valor P	Prueba
Factores Clínicos	Tiempo de enfermedad	Nº Meses	16.2(15.6)	12.1(11)	17.8(11)	0.002	Kruskal-Wallis
	Uñas afectadas	Nº Uñas	2.3 (2.2)	2(2.1)	4.6 (3.2)	<0.001	Kruskal-Wallis
		Ambos	1(1.5%)	6(7.5%)	2(3.8%)		
	Localización	Mano	19(27.9%)	31(38.8%)	12(23.1%)	0.093	Prueba Fisher
		Pie	48(70.6%)	43(53.8%)	38(73.1%)		
		Cuarto	1(1.5%)	3(3.8%)	0(0%)		
		Primero	32(47.1%)	34(42.5%)	38(73.1%)		
	Uña de dedos	Quinto	15(22.1%)	18(22.5%)	9(17.3%)	0.003	Prueba Fisher
		Segundo	15(22.1%)	13(16.2%)	1(1.9%)		
		Tercero	5(7.4%)	12(15%)	4(7.7%)		
		Distal	28(41.2%)	15(18.8%)	4(7.7%)		
		Distal y proximal	2(2.9%)	0(0%)	0(0%)		
		Distrofia total	11(16.2%)	11(13.8%)	27(51.9%)		
		Lateral	8(11.8%)	9(11.2%)	7(13.5%)		
	Lesión	Lateral y Distal	1(1.5%)	5(6.2%)	1(1.9%)	<0,001	Prueba Fisher
		Lateral y Superficial	2(2.9%)	0(0%)	1(1.9%)		
		Melanoniquia	0(0%)	11(13.8%)	1(1.9%)		
		Proximal	10(14.7%)	11(13.8%)	7(13.5%)		
		Superficial	6(8.8%)	18(22.5%)	4(7.7%)		
	Inflamación periungueal	No	59(86.8%)	55(68.8%)	32(61.5%)	0.005	Chi-cuadrado
		Si	9(13.2%)	25(31.2%)	20(38.5%)		
		Aumentado	54(79.4%)	30(37.5%)	46(88.5%)		
		Disminuido	1(1.5%)	15(18.8%)	3(5.8%)		
	Grosor	Normal	5(7.4%)	14(17.5%)	1(1.9%)	<0,001	Chi-cuadrado
		Quebradizo	5(7.4%)	11(13.8%)	2(3.8%)		
		Superficial	3(4.4%)	10(12.5%)	0(0%)		
		Amarillo	25(36.8%)	25(31.2%)	8(15.4%)		
		Amarillo-Verdoso	0(0%)	0(0%)	2(3.8%)		
		Blanco	7(10.3%)	39(48.8%)	5(9.6%)		
	Coloración	Marrón	31(45.6%)	11(13.8%)	10(19.2%)	<0,001	Chi-cuadrado
		Marrón-Negro	0(0%)	0(0%)	3(5.8%)		
		Negro	3(4.4%)	0(0%)	22(42.3%)		
	Verdoso	2(2.9%)	5(6.2%)	2(3.8%)			
Tratamiento	No	59(86.8%)	55(68.8%)	37(71.2%)	0.028	Chi-cuadrado	
	Si	9(13.2%)	25(31.2%)	15(28.8%)			
Dermatitis	No	57(83.8%)	49(61.3%)	45(86.5%)	0.001	Chi-cuadrado	
	Si	11(16.2%)	31(38.8%)	7(13.5%)			
	Laser	0(0%)	4(5%)	0(0%)			
	Ninguno	53(77.9%)	41(51.2%)	29(55.8%)			
Tipo de tratamiento	Oral	7(10.3%)	10(12.5%)	14(26.9%)	<0,001	Prueba Fisher	
	Oral y tópico	4(5.9%)	5(6.2%)	4(7.7%)			
	Tópico	4(5.9%)	20(25%)	5(9.6%)			
	>2 comorbilidades	0(0%)	0(0%)	5(9.6%)			
	Diabetes	5(7.4%)	3(3.8%)	16(30.8%)			
	Enfermedades articulares	0(0%)	3(3.8%)	1(1.9%)			
Comorbilidades	Enfermedades cardiovasculares	2(2.9%)	1(1.2%)	2(3.8%)	<0,001	Prueba Fisher	
	Enfermedades gastrointestinales	1(1.5%)	0(0%)	1(1.9%)			
	Enfermedades hormonales	1(1.5%)	1(1.2%)	1(1.9%)			
	Enfermedades neoplásicas	0(0%)	7(8.8%)	0(0%)			

		Enfermedades renales	0(0%)	3(3.8%)	2(3.8%)		
		Enfermedades respiratorias	2(2.9%)	5(6.2%)	3(5.8%)		
		Ninguno	48(70.6%)	45(56.2%)	17(32.7%)		
		Psoriasis	1(1.5%)	6(7.5%)	0(0%)		
		Uso de corticoides	8(11.8%)	5(6.2%)	4(7.7%)		
		VIH	0(0%)	1(1.2%)	0(0%)		
Factores Sociales	Edad	Nº años	43.6 (19.9)	37(19.1)	55.2 (17.8)	<0.001	Kruskal-Wallis
	Sexo	F	40(58.8%)	37(46.2%)	21(40.4%)	0.11	Chi-cuadrado
		M	28(41.2%)	43(53.8%)	31(59.6%)		
	Educación	Avanzado	33(48.5%)	24(30%)	21(40.4%)	0.033	Chi-cuadrado
		Básico	16(23.5%)	13(16.2%)	8(15.4%)		
		Intermedio	19(27.9%)	43(53.8%)	23(44.2%)		
	Ocupación	Nivel 2	19(27.9%)	33(41.2%)	26(50%)	0.019	Chi-cuadrado
		Nivel 3	21(30.9%)	28(35%)	8(15.4%)		
		Nivel 4	28(41.2%)	19(23.8%)	18(34.6%)		
	Factores epidemiológicos	IMC	Kg/m ²	24.4(3.7)	25.7(4.7)	25.8(4.6)	0.111
Distrito		Lima Centro	33(48.5%)	44(55%)	17(32.7%)	0.138	Chi-cuadrado
		Lima Este	16(23.5%)	12(15%)	16(30.8%)		
		Lima Norte	10(14.7%)	15(18.8%)	14(26.9%)		
Tiempo de actividad deportiva		Lima Sur	9(13.2%)	9(11.2%)	5(9.6%)	0.088	Prueba Fisher
		>2 por semana	14(20.6%)	16(20%)	5(9.6%)		
		1-2 por semana	14(20.6%)	12(15%)	4(7.7%)		
		diario	0(0%)	1(1.2%)	0(0%)		
		Nunca	40(58.8%)	51(63.7%)	43(82.7%)		

IMC: Índice de Masa Corporal

Nivel de significancia: 95%

Variable Dependiente: Resultado (dermatofito, levadura, No dermatofito)

Pruebas Estadísticas:

Kruskal-Wallis: Comparación de más de dos grupos para datos no normalmente distribuidos.

Prueba de Fisher: Comparación de proporciones en tablas de contingencia pequeñas.

Chi-cuadrado: Evaluación de la asociación entre variables categóricas.

ANOVA: Comparación de medias entre más de dos grupos con distribución normal.

Tabla 2. Resultados del Modelo Saturado para la Clasificación según grupos de Hongos causantes de Onicomicosis

RESULTADO	VARIABLES	Estimación	error estandar	Z wald	P-valor(z-wald)	OR	IC 95% OR
Levadura	Intercepto	-4.579409	3.403045	-1.34568	0.178	0.01026096	0.000013017; 8.0884406
	Sexo	0.7919865	0.4680753	1.6920067	0.091	2.207778	0.882122654; 5.5256298
	Edad	-0.0308846	0.0135147	-2.28526	0.022	0.9695875	0.944241878; 0.9956134
	IMC	0.1031592	0.05848107	1.763975	0.078	1.108668	0.988603793; 1.2433135
	Educación	0.2249273	0.333092	0.6752709	0.500	1.252232	0.651862926; 2.4055428
	Distrito	-0.10437911	0.2157715	-0.4837484	0.629	0.9008837	0.590206082; 1.3750984
	Ocupación	-0.5229064	0.3806276	-1.3738006	0.170	0.5927952	0.281134335; 1.249958
	Tiempo de enfermedad	-0.02291118	0.01979217	-1.157588	0.247	0.9773493	0.940161958; 1.0160075
	Uñas afectadas	-0.03032743	0.1386476	-0.2187375	0.827	0.9701278	0.739285085; 1.2730515
	Uñas de dedos	-0.3478553	0.2416949	-1.439233	0.150	0.706201	0.439741322; 1.1341211
	Lesión	0.2767627	0.08547312	3.238008	0.001	1.318853	1.115428276; 1.5593778
	Inflamación periungueal	0.09028473	0.5630463	0.1603505	0.873	1.094486	0.363031481; 3.299712
	Localización	-0.16112401	0.4599458	-0.35031089	0.726	0.8511865	0.345555789; 2.0966758
	Grosor	0.7117564	0.2025779	3.5134949	0.001	2.0375669	1.369863389; 3.0307247
	Coloración	0.01059059	0.1471512	0.0719708	0.942	1.010647	0.757432799; 1.3485118
	Tratamiento	2.050808	0.7223392	2.839121	0.005	7.774182	1.887115364; 32.0266087
	Dermatitis	0.3383044	0.5942845	0.5692633	0.570	1.4025674	0.437590426; 4.4955171
	Tiempo de actividad deportiva	0.4101389	0.217736	1.883652	0.060	1.507027	0.983521348; 2.3091828
	Comorbilidades	-0.05735549	0.10113523	-0.5671168	0.571	0.9442583	0.774469573; 1.1512703
	Tipo de tratamiento	0.3700408	0.2303257	1.606598	0.108	1.447794	0.921834782; 2.2738421
No Dermatofitos	Intercepto	-6.140548	3.627648	-1.692708	0.090	0.00215374	0.00001759279; 2.6366551
	Sexo	0.4277457	0.518049	0.8256859	0.409	1.533796	0.5556528; 4.233813
	Edad	0.01519162	0.0151524	1.002588	0.316	1.0153076	0.9855982; 1.0459126
	IMC	0.1428523	0.06101261	2.341356	0.019	1.153559	1.023543; 1.3000917
	Educación	0.1683878	0.4159058	0.4048699	0.6856	1.183395	0.5237333; 2.6739271
	Distrito	-0.05062454	0.2571337	-0.1968802	0.844	0.9506355	0.5743035; 1.573572
	Ocupación	0.1695295	0.4375794	0.3874256	0.699	1.1847472	0.5025247; 2.7931481
	Tiempo de enfermedad	-0.02350578	0.02404354	-0.977634	0.328	0.9767683	0.9318064; 1.0238998
	Uñas afectadas	0.21021601	0.134375	1.5643978	0.118	1.2339446	0.9482338; 1.6057425
	Uñas de dedos	-0.9583254	0.3001006	-3.193347	0.001	0.3835346	0.2129896; 0.6906383
	Lesión	0.2615953	0.09879568	2.647841	0.008	1.299001	1.070322; 1.5765379
	Inflamación periungueal	1.6415063	0.6912004	2.374863	0.018	5.162941	1.332129; 20.0100421
	Localización	-0.04412171	0.5072035	-0.08699017	0.931	0.9568375	0.3540836; 2.585655
	Grosor	-0.3143666	0.3152384	-0.9972345	0.319	0.7302513	0.3936778; 1.3545771
	Coloración	0.38750245	0.1681627	2.3043301	0.021	1.473297	1.059619; 2.0484745
	Tratamiento	1.198502	0.7927834	1.511765	0.131	3.315148	0.7009458; 15.679109
	Dermatitis	-0.2255429	0.7703784	-0.292769	0.770	0.7980828	0.1763196; 3.6123949
	Tiempo de actividad deportiva	0.1463188	0.2589227	0.565106	0.572	1.157565	0.6968672; 1.9228297
	Comorbilidades	-0.0650771	0.09458569	-0.6880227	0.491	0.9369952	0.7784413; 1.1278435
	Tipo de tratamiento	0.0689549	0.2901712	0.2376352	0.812	1.071388	0.6066701; 1.8920861

Los valores de estimación, error estándar, Z de Wald, p-valor de la Z de Wald, odds ratio (OR) e intervalo de confianza (IC 95% OR) para cada variable indican la influencia de estas variables en la probabilidad de clasificación como levadura o moho en comparación con dermatofitos.

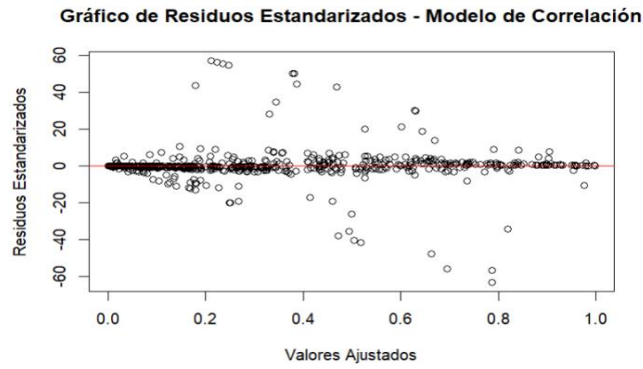


Figura 1. Gráfico de residuos estandarizados del modelo de correlación

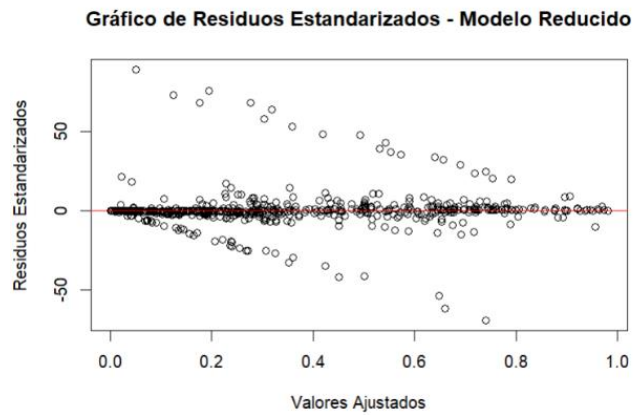


Figura 2. Gráfico de residuos estandarizados del modelo reducido

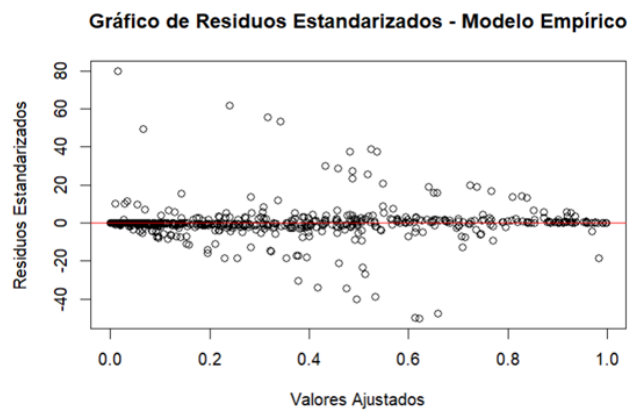


Figura 3. Gráfico de residuos estandarizados del modelo empírico

Tabla 3. Comparación de Predicciones de Diferentes Modelos para la Clasificación de Dermatofitos, Levaduras y No Dermatofitos

Observaciones	Predicciones	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Dermatofitos	Levaduras	17	21	15
	Dermatofitos	40	37	43
	No dermatofitos	11	10	10
Levaduras	Dermatofitos	17	16	14
	Levaduras	59	60	64
	No dermatofitos	4	4	2
No dermatofitos	Dermatofitos	9	6	7
	No dermatofitos	35	37	39
	Levaduras	8	9	6
Tasa Global Clasificación (%)		67%	67%	73%

Modelo 1: Modelo de Correlación

Modelo 2: Modelo Reducido

Modelo 3: Modelo Empírico