

República Dominicana
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA – UNIBE
Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela de Medicina



Proyecto Final para optar por el título de:
Oftalmólogo Cirujano

**Sensibilidad corneal evaluada mediante estímulo mecánico con algodón en
pacientes con diabetes mellitus tipo 2 atendidos en el Hospital Escuela Dr. Jorge
Abraham Hazoury Bahlés, Santo Domingo, República Dominicana, marzo-mayo 2026**

Realizado por:

Dr. Wainer Manuel Sena Rivas
Matrícula: 23-1317

Asesorado por:

Dr. Ángel Campusano, asesor metodológico
Dra. Cynthia Cunillera Batlle, asesora de contenido

*Los conceptos expuestos en la
presente investigación son de la
exclusiva responsabilidad de los
autores.*

Santo Domingo, Distrito Nacional
8 de junio de 2026

Dedicatoria

A la memoria de mi padre, cuyo ejemplo de esfuerzo, vocación y compromiso continúa acompañándome en cada etapa de mi vida.

A mi madre, por su confianza inquebrantable, su apoyo constante y por ser siempre la primera persona en creer en mis capacidades.

A mi esposa, Diamelis, compañera de vida y de sueños, por su paciencia, comprensión y amor durante los desafíos y sacrificios que han acompañado este camino.

A mi familia, por su respaldo incondicional, sus palabras de aliento y por estar presentes en cada logro alcanzado.

Agradecimientos

Expreso mi más sincero agradecimiento a los médicos docentes y especialistas del Departamento de Oftalmología del Instituto Nacional de Diabetes, Endocrinología y Nutrición (INDEN), por su enseñanza, orientación y ejemplo profesional durante mi formación.

Al Instituto Nacional de Diabetes, Endocrinología y Nutrición (INDEN), institución que me brindó el entorno académico y humano necesario para mi crecimiento como oftalmólogo.

Al Dr. Kristian Figuerero y al Dr. Gómez, por su apoyo, consejo y contribución a mi desarrollo profesional y personal a lo largo de este proceso.

Al Lic. Rafael Sena Rivas, mi hermano mayor, por su apoyo constante e incondicional. Gracias por estar siempre dispuesto a ayudar, por asumir mis preocupaciones como propias y por encontrar la manera de tender una mano incluso cuando parecía difícil hacerlo.

A mis compañeros de promoción y a todos los residentes del programa, por la camaradería, el aprendizaje compartido y el apoyo mutuo que hicieron más llevadero este recorrido.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de este trabajo y a mi formación profesional, les expreso mi más profunda gratitud.

Resumen

Introducción: La sensibilidad corneal es un indicador funcional de la integridad de la inervación corneal que puede deteriorarse en el contexto de la neuropatía diabética. En la República Dominicana, su valoración sistemática en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) no se había integrado a la práctica clínica de rutina, pese a la alta carga de la enfermedad en el país. **Métodos:** Se realizó un estudio observacional, descriptivo-analítico y transversal en 113 pacientes con DM2 atendidos en el Hospital Escuela Dr. Jorge Abraham Hazoury Bahlés de Santo Domingo, durante el período marzo–mayo de 2026. La sensibilidad corneal fue valorada mediante estimulación mecánica con algodón y categorizada en cuatro niveles ordinales (normal, leve, moderada, severa). Su asociación con variables clínicas y metabólicas fue explorada mediante pruebas no paramétricas y regresión logística ordinal. **Resultados:** El 60% de los pacientes presentó algún grado de alteración corneal (leve 35%, moderada 16%, severa 8.8%). El tiempo de evolución de la DM2 mostró correlación positiva moderada con la severidad corneal ($p = 0.381$; $p < 0.001$). En el modelo multivariado, la neuropatía periférica diabética fue el predictor de mayor magnitud (OR = 3.02; IC 95%: 1.32–6.90), seguida de la hipertensión arterial (OR = 2.47; IC 95%: 1.13–5.40) y el tiempo de evolución (OR = 1.10; IC 95%: 1.04–1.16). No se identificaron asociaciones significativas con HbA1c ni glucemia reciente. **Discusión:** La alta prevalencia de alteración corneal y su asociación con predictores clínicos accesibles respaldaron la incorporación de esta evaluación en el seguimiento oftalmológico rutinario del paciente diabético en entornos con recursos limitados.

Palabras clave: sensibilidad corneal, diabetes mellitus, neuropatía diabética, neuropatía corneal, estesiometría

Abstract

Introduction: Corneal sensitivity is a functional indicator of corneal innervation integrity that may become impaired in the setting of diabetic neuropathy. In the Dominican Republic, its systematic assessment in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) had not been integrated into routine clinical practice, despite the high disease burden in the country.

Methods: An observational, descriptive-analytical, cross-sectional study was conducted in 113 patients with T2DM seen at the Dr. Jorge Abraham Hazoury Bahlés Teaching Hospital in Santo Domingo, from March to May 2026. Corneal sensitivity was assessed using mechanical cotton stimulation and categorized into four ordinal levels (normal, mild, moderate, severe). Its association with clinical and metabolic variables was explored using non-parametric tests and ordinal logistic regression. **Results:** Sixty percent of patients exhibited some degree of corneal impairment (mild 35%, moderate 16%, severe 8.8%). Diabetes duration showed a moderate positive correlation with corneal severity ($p = 0.381$; $p < 0.001$). In the multivariable model, diabetic peripheral neuropathy was the strongest predictor (OR = 3.02; 95% CI: 1.32–6.90), followed by arterial hypertension (OR = 2.47; 95% CI: 1.13–5.40) and diabetes duration (OR = 1.10; 95% CI: 1.04–1.16). No significant associations were found with HbA1c or recent blood glucose. **Discussion:** The high prevalence of corneal impairment and its association with accessible clinical predictors supported the incorporation of this assessment into routine ophthalmological follow-up of diabetic patients in resource-limited settings.

Keywords: corneal sensitivity, diabetes mellitus, diabetic neuropathy, corneal neuropathy, aesthesiometry

Tabla de Contenidos

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Introducción	1
Capítulo 1: El problema	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Preguntas de investigación	3
1.3 Objetivos del estudio	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
1.4 Justificación	4
1.5 Limitaciones	5
1.6 Hipótesis	5
Hipótesis 1 — Prevalencia de alteración de la sensibilidad corneal	5
Hipótesis 2 — Tiempo de evolución de la DM2 y sensibilidad corneal	6
Hipótesis 3 — Neuropatía periférica diabética y sensibilidad corneal	6
Hipótesis 4 — Control glucémico (HbA1c) y sensibilidad corneal	6
Capítulo 2: Marco teórico	7
2.1 Antecedentes y referencias	7
2.2 Marco conceptual	8
2.2.1 Sensibilidad corneal	8
2.2.2 Inervación corneal y plexo nervioso subbasal	8
2.2.3 Diabetes mellitus tipo 2	9
2.2.4 Neuropatía periférica diabética	9
2.2.5 Neuropatía corneal en diabetes	10
2.2.6 Evaluación clínica de la sensibilidad corneal	10
2.3 Contextualización	11
2.3.1 Contexto socioeconómico y sanitario de la República Dominicana	11
2.3.2 Sistema nacional de salud de la República Dominicana	11

2.3.3 Reseña institucional	11
Capítulo 3: Diseño metodológico	13
3.1 Contexto	13
3.2 Modalidad del trabajo final	13
3.3 Tipo de estudio	13
3.4 Variables y su operacionalización	14
3.5 Métodos y técnicas de investigación	15
3.6 Instrumentos de recolección de datos	16
3.7 Consideraciones éticas.....	16
3.8 Selección de población y muestra.....	16
3.8.1 Población	16
3.8.2 Muestra	17
3.8.3 Criterios de inclusión	17
3.8.4 Criterios de exclusión.....	17
3.9 Procedimientos para el procesamiento y análisis de datos.....	18
Capítulo 4: Resultados	20
4.1 Características generales de la muestra	20
4.2 Análisis inferencial según severidad de sensibilidad corneal.....	24
4.3 Correlación entre variables metabólicas y severidad de sensibilidad corneal	26
4.4 Comparación entre sensibilidad corneal normal y alterada.....	28
4.5 Modelo de regresión logística ordinal	29
Capítulo 5: Discusión	32
5.1 Prevalencia de alteración de la sensibilidad corneal.....	32
5.2 Tiempo de evolución de la DM2 y sensibilidad corneal.....	32
5.3 Neuropatía periférica diabética y sensibilidad corneal.....	33
5.4 Hipertensión arterial y sensibilidad corneal	34
5.5 Control glucémico y sensibilidad corneal.....	34
5.6 Utilidad del método clínico simplificado	35

5.7 Consideraciones sobre el diseño y limitaciones.....	35
5.8 Relevancia clínica y aporte al contexto dominicano.....	36
5.9 Conclusiones	37
Capítulo 6: Recomendaciones.....	38
Referencias.....	40
Apéndices	43
Apéndice A. Consentimiento informado	43
Apéndice B. Carta de autorización institucional	44
Apéndice C. Instrumento de recolección de datos	45
Apéndice D. Aprobación del Comité de Ética (CEI)	46
Apéndice E. Presupuesto	47
Apéndice F. Cronograma	48

Introducción

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) figura entre los problemas de salud pública más urgentes del siglo XXI. De acuerdo con las proyecciones vigentes de la International Diabetes Federation (IDF), alrededor de 530 millones de adultos conviven actualmente con diabetes en el mundo, y se estima que esta cifra alcanzará los 640 millones hacia el año 2030 (American Diabetes Association [ADA], 2024). La amplia mayoría de estos casos corresponde a DM2, una condición metabólica definida por la presencia de hiperglucemia crónica derivada de la resistencia periférica a la insulina y el deterioro funcional progresivo de las células beta del páncreas. El carácter crónico de la enfermedad y su evolución frecuentemente asintomática favorecen la aparición de complicaciones micro y macrovasculares que comprometen de forma sustancial la calidad de vida de quienes la padecen.

Dentro del espectro de las complicaciones crónicas de la DM2, la neuropatía diabética periférica (NDP) ocupa un lugar central tanto por su frecuencia como por su repercusión funcional. Se estima que hasta la mitad de los pacientes con DM2 desarrollarán algún grado de neuropatía a lo largo del tiempo (Petropoulos et al., 2021). En sus etapas tempranas, la NDP compromete de preferencia las fibras nerviosas pequeñas no mielinizadas de tipo C y las fibras A δ , vinculadas a la transmisión del dolor y la temperatura, antes de afectar las fibras de mayor calibre (Oh, 2020).

La córnea es uno de los tejidos del organismo con mayor densidad de inervación. Su red sensitiva, derivada fundamentalmente de la rama oftálmica del nervio trigémino, se organiza en una compleja estructura de fibras nerviosas que conforman el denominado plexo subbasal (PSB) (Shaheen et al., 2014; Cosmo et al., 2022). Esta inervación cumple funciones fisiológicas de primera importancia: sostiene el reflejo de parpadeo, regula la producción de la película lagrimal, preserva la integridad del epitelio corneal y coordina los procesos de regeneración tisular (Belmonte et al., 2004).

La hiperglucemia sostenida propia de la DM2 genera condiciones metabólicas adversas que impactan directamente sobre los nervios corneales. Múltiples investigaciones han evidenciado una disminución progresiva en la densidad de fibras del plexo subbasal en pacientes con diabetes (Ljubimov, 2017; Zhou et al., 2022). Este conjunto de alteraciones,

denominado neuropatía corneal diabética (NCD), se presenta en un porcentaje que oscila entre el 47% y el 64% de los pacientes a lo largo de la evolución clínica de la enfermedad (So et al., 2022).

La sensibilidad corneal constituye el correlato funcional de la integridad de la inervación de la córnea. Diversos estudios han reportado valores significativamente reducidos de sensibilidad corneal en pacientes con DM2 respecto a controles sin diabetes, y han demostrado que dicha reducción guarda relación con la duración de la enfermedad, el grado de control glucémico y la presencia de neuropatía periférica (Lv et al., 2014; Cid-Bertomeu et al., 2026; So et al., 2022).

En el contexto dominicano, no se han publicado estudios que aborden la evaluación de la sensibilidad corneal en pacientes con DM2 mediante métodos clínicos accesibles, lo que limita la integración de esta valoración en la práctica clínica cotidiana. El propósito general del presente trabajo es evaluar la sensibilidad corneal en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 mediante estimulación mecánica con algodón y analizar su relación con indicadores clínicos y metabólicos de la enfermedad, en el Hospital Escuela Dr. Jorge Abraham Hazoury Bahlés de Santo Domingo, República Dominicana, entre marzo y mayo de 2026.

Capítulo 1: El problema

1.1 Planteamiento del problema

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es una de las enfermedades crónicas con mayor peso en salud pública a nivel mundial, y constituye una fuente relevante de morbilidad a través de sus complicaciones microvasculares y neurológicas. En la República Dominicana, su prevalencia ha crecido de manera continua durante las últimas décadas, consolidándose como un problema prioritario tanto para los sistemas de atención sanitaria como para la práctica clínica diaria.

Entre las manifestaciones más habituales de la DM2 se cuenta la neuropatía diabética periférica, caracterizada por el daño progresivo de fibras nerviosas sensitivas y autonómicas. Este compromiso neurológico puede alcanzar múltiples tejidos, incluida la córnea, cuya rica inervación la hace especialmente vulnerable ante alteraciones en la función nerviosa. La afectación de los nervios corneales puede traducirse clínicamente en disminución de la sensibilidad corneal, integrándose así en el espectro de la queratopatía diabética.

A pesar de la relevancia de estas alteraciones, el compromiso neurosensorial corneal en el paciente diabético permanece frecuentemente sin diagnosticar. La evaluación oftalmológica del paciente con DM2 se focaliza de manera habitual en las complicaciones del segmento posterior, con especial énfasis en la retinopatía diabética, mientras que la valoración de la función sensitiva corneal no forma parte del protocolo sistemático de revisión.

En la República Dominicana, la información disponible respecto a la sensibilidad corneal como indicador funcional de neuropatía diabética es escasa, particularmente en entornos donde los recursos diagnósticos especializados son limitados. Esta carencia de evidencia local dificulta la adopción de dicha evaluación en la práctica clínica de rutina y representa una brecha diagnóstica significativa, dado que la NDP tiende a identificarse en estadios avanzados, cuando las posibilidades de intervención son menores.

1.2 Preguntas de investigación

- ¿Cuál es el grado de sensibilidad corneal en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 evaluados mediante estímulo mecánico con algodón?

- ¿Existe asociación entre el grado de sensibilidad corneal y el tiempo de evolución de la diabetes mellitus tipo 2?
- ¿Se relaciona la sensibilidad corneal con los niveles de hemoglobina glucosilada (HbA1c) en pacientes con diabetes mellitus tipo 2?

1.3 Objetivos del estudio

Objetivo general

- Evaluar la sensibilidad corneal en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 mediante estímulo mecánico con algodón atendidos en el Hospital Escuela Dr. Jorge Abraham Hazoury Bahlés, Santo Domingo, República Dominicana, marzo-mayo 2026.

Objetivos específicos

- Clasificar el grado de sensibilidad corneal (normal, leve, moderada, severa) en los pacientes estudiados.
- Determinar la asociación entre la sensibilidad corneal y el control glucémico (HbA1c) en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.
- Analizar la relación entre la sensibilidad corneal y el tiempo de evolución de la diabetes mellitus tipo 2.
- Describir las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes incluidos en el estudio.

1.4 Justificación

La evaluación de las complicaciones oculares en la diabetes mellitus ha estado históricamente orientada hacia las alteraciones del segmento posterior, con la retinopatía diabética como foco principal. No obstante, el compromiso de la inervación corneal constituye una manifestación relevante en la neuropatía diabética que puede contribuir al desarrollo de queratopatía diabética, alteraciones de la superficie ocular y disminución de los mecanismos protectores corneales.

La detección oportuna de cambios en la sensibilidad corneal podría favorecer el reconocimiento más temprano del compromiso neurosensorial ocular en pacientes con DM2. La ausencia de este tipo de estudios perpetúa el diagnóstico tardío de la neuropatía

corneal diabética y limita la generación de evidencia local que justifique su incorporación en la práctica clínica dominicana.

La evaluación mediante estímulo mecánico con algodón ofrece una alternativa de bajo costo, sencilla y reproducible que puede tener valor en contextos con recursos limitados. Los beneficiarios directos de esta investigación incluyen a los pacientes diabéticos del INDEN, al personal médico de la institución y al sistema de salud dominicano, que contaría con sustento para adoptar esta estrategia diagnóstica en la detección precoz de la neuropatía corneal.

1.5 Limitaciones

La valoración de la sensibilidad corneal con estímulo mecánico de algodón es una técnica que conlleva cierta subjetividad, tanto en la percepción del paciente como en el criterio del evaluador. Esta limitación fue atenuada mediante la estandarización del procedimiento y la preparación previa del examinador.

La clasificación de la sensibilidad corneal en una escala ordinal restringe la precisión cuantitativa en comparación con instrumentos especializados como el estesiómetro de Cochet-Bonnet. Al haberse realizado las mediciones por un único evaluador, se reduce la variabilidad interobservador, aunque se introduce un posible sesgo intraobservador que no puede descartarse.

El diseño transversal permite identificar asociaciones, pero no inferir causalidad. La extrapolación de los resultados queda restringida a la población del INDEN durante el período de recolección.

1.6 Hipótesis

Las siguientes hipótesis estadísticas fueron formuladas a partir de las preguntas de investigación y guiaron el análisis inferencial del estudio:

Hipótesis 1 — Prevalencia de alteración de la sensibilidad corneal

H_0 : La prevalencia de alteración de la sensibilidad corneal en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 atendidos en el INDEN es igual o inferior al 30%.

H₁: La prevalencia de alteración de la sensibilidad corneal en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 atendidos en el INDEN es superior al 30%.

Hipótesis 2 — Tiempo de evolución de la DM2 y sensibilidad corneal

H₀: No existe asociación entre el tiempo de evolución de la diabetes mellitus tipo 2 y el grado de alteración de la sensibilidad corneal.

H₁: Existe una asociación positiva entre el tiempo de evolución de la diabetes mellitus tipo 2 y el grado de alteración de la sensibilidad corneal; a mayor duración de la enfermedad, mayor severidad del compromiso corneal.

Hipótesis 3 — Neuropatía periférica diabética y sensibilidad corneal

H₀: No existe asociación entre la presencia de neuropatía periférica diabética y el grado de alteración de la sensibilidad corneal.

H₁: Los pacientes con neuropatía periférica diabética presentan mayor grado de alteración de la sensibilidad corneal en comparación con los pacientes sin neuropatía periférica.

Hipótesis 4 — Control glucémico (HbA1c) y sensibilidad corneal

H₀: No existe asociación entre los niveles de hemoglobina glucosilada (HbA1c) y el grado de alteración de la sensibilidad corneal.

H₁: Existe una asociación positiva entre los niveles de HbA1c y el grado de alteración de la sensibilidad corneal; a mayor HbA1c, mayor severidad del compromiso corneal.

Capítulo 2: Marco teórico

2.1 Antecedentes y referencias

En la producción científica reciente, la queratopatía diabética se ha consolidado como una complicación frecuente aunque habitualmente subdiagnosticada de la DM2. Ljubimov documentó que alteraciones como el retraso en la cicatrización epitelial, el daño de los nervios corneales, las erosiones recurrentes y los cambios en la película lagrimal pueden observarse en hasta el 70% de los pacientes diabéticos examinados, integrando los principales mecanismos fisiopatológicos que explican el daño estructural y funcional de la córnea en este contexto (Ljubimov, 2017).

Feldman et al. señalaron que alrededor de la mitad de las personas con diabetes desarrollan neuropatía en algún momento de su evolución, con mayor frecuencia en DM2 y con tendencia a incrementarse conforme avanza el tiempo de diagnóstico (Feldman et al., 2019). Por su parte, Zhou et al. documentaron una pérdida progresiva de fibras nerviosas corneales y una disminución de la sensibilidad corneal en pacientes diabéticos, planteando que la córnea puede funcionar como un indicador precoz de daño neuropático sistémico (Zhou et al., 2022).

So et al. analizaron el valor de la neuropatía corneal diabética como marcador subrogado de neuropatía periférica, concluyendo que los cambios en los nervios corneales identificados mediante microscopía confocal in vivo guardan una correlación significativa con el grado de afectación neuropática periférica, mostrando incluso mayor capacidad diagnóstica que algunas pruebas electrofisiológicas convencionales para la detección de enfermedad de fibras pequeñas (So et al., 2022). Kovacova y Shotliff propusieron una aproximación integral al paciente diabético que contemple la evaluación completa de la superficie ocular como parte del protocolo de seguimiento (Kovacova y Shotliff, 2022).

Singer et al., en un estudio prospectivo con predominio de pacientes hispanos, reportaron que los ojos con retinopatía diabética proliferativa exhibían valores significativamente menores de sensibilidad corneal y mayor riesgo de pérdida completa de esta función (Singer et al., 2024). Galor y Lighthizer describieron un protocolo clínico simplificado para valorar la sensibilidad corneal con estímulos mecánicos de fácil acceso, respaldando su aplicabilidad en entornos hospitalarios generales (Galor y Lighthizer, 2024). Dua et al. hallaron que el

45.3% de los pacientes diabéticos presentaban ojo seco y el 23.4% disminución de la sensibilidad corneal, con asociación significativa en relación con el tiempo de enfermedad (Dua et al., 2025). Malik et al. evidenciaron que los cambios en los nervios corneales pueden actuar como biomarcadores no invasivos del daño neurológico en diabetes (Malik et al., 2003).

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Sensibilidad corneal

La sensibilidad corneal se define como la capacidad de la córnea de detectar y responder a estímulos de naturaleza mecánica, térmica y química, a través de terminaciones nerviosas libres de origen trigeminal. La córnea es considerada uno de los tejidos más densamente inervados del cuerpo humano, recibiendo entre 50 y 450 neuronas sensoriales trigeminales a través de la división oftálmica del nervio trigémino (Müller et al., 2003; Shaheen et al., 2014).

Las fibras nerviosas corneales se organizan en fibras A δ mielinizadas, encargadas de la transmisión rápida de estímulos mecánicos y la percepción del dolor agudo, y fibras C amielínicas, que responden a estímulos térmicos y químicos. Más allá de su función sensitiva, estas fibras ejercen una acción neurotrófica fundamental sobre la superficie ocular mediante la liberación de neuropéptidos y factores de crecimiento, lo que resulta esencial para el mantenimiento de la integridad epitelial y la regulación de la secreción lagrimal (Müller et al., 2003; Shaheen et al., 2014).

2.2.2 Inervación corneal y plexo nervioso subbasal

Las fibras nerviosas corneales se originan en el ganglio trigeminal y penetran en el estroma periférico de forma radial desde el limbo corneoescleral. A medida que avanzan hacia el centro de la córnea, pierden progresivamente su vaina de mielina —lo que garantiza la transparencia del tejido— y se ramifican a lo largo de las distintas capas del estroma (Müller et al., 2003; Shaheen et al., 2014).

El plexo nervioso subbasal, situado entre la membrana de Bowman y el epitelio corneal basal, regula procesos fisiológicos fundamentales como la producción lagrimal, la respuesta inflamatoria local y la regeneración epitelial. Los parámetros morfométricos habitualmente

evaluados mediante microscopía confocal —densidad de fibras nerviosas corneales (CNFD), longitud de fibras (CNFL) y densidad de ramas (CNBD)— son reconocidos como biomarcadores validados de neuropatía de fibras pequeñas (Petropoulos et al., 2021; Cosmo et al., 2022).

2.2.3 Diabetes mellitus tipo 2

La DM2 es una enfermedad metabólica crónica cuya característica central es la hiperglucemia persistente, resultante de la interacción entre la resistencia periférica a la insulina y el deterioro progresivo de la capacidad secretora de las células beta pancreáticas (ADA, 2024). Representa en torno al 90–95% del total de los casos de diabetes. Sus complicaciones microvasculares incluyen la retinopatía, la nefropatía y la neuropatía diabéticas; no obstante, existe evidencia creciente de que la DM2 también produce alteraciones relevantes en la córnea y la superficie ocular, componentes que forman parte del espectro de la queratopatía diabética (Kovacova y Shotliff, 2022; So et al., 2022).

2.2.4 Neuropatía periférica diabética

La neuropatía periférica diabética (NPD) es una de las complicaciones microvasculares más prevalentes de la diabetes mellitus, con estimaciones que señalan afectación en hasta la mitad de los pacientes a lo largo de la evolución de la enfermedad (Cosmo et al., 2022). Su expresión clínica más característica es la polineuropatía sensitivo-motora distal y simétrica de distribución longitud-dependiente. En sus fases iniciales, el daño involucra principalmente las fibras nerviosas pequeñas (fibras C y A δ), antes de extenderse a las fibras de mayor calibre detectables en los estudios de conducción nerviosa convencionales (Kiyat et al., 2022).

Entre los mecanismos fisiopatológicos más estudiados se encuentran: la acumulación de productos finales de glicación avanzada (AGEs); la activación de la vía del aldosa reductasa con el consiguiente acúmulo intracelular de sorbitol; la activación de la proteína quinasa C (PKC), que deteriora la conducción nerviosa; y la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) con daño mitocondrial en las células nerviosas (Albers y Pop-Busui, 2014; So et al., 2022).

2.2.5 Neuropatía corneal en diabetes

Malik et al. (2003) demostraron que los pacientes con diabetes presentan una reducción progresiva y significativa en los parámetros morfométricos del plexo subbasal, con una correlación directa respecto a la gravedad de la neuropatía periférica y la duración de la enfermedad. Este trabajo sentó las bases del concepto de la córnea como ventana accesible para el estudio de la neuropatía de fibras pequeñas (So et al., 2022).

Cabe destacar que las alteraciones morfológicas de los nervios corneales pueden preceder temporalmente a la aparición de signos clínicos detectables de neuropatía periférica: hasta la mitad de los pacientes con NPD muestran cambios en el plexo subbasal antes de manifestar hallazgos clínicos de neuropatía (Bitirgen et al., 2014; So et al., 2022). La disminución de la inervación corneal se traduce en reducción de la sensibilidad, alteraciones en la producción lagrimal, enlentecimiento de la cicatrización epitelial y mayor vulnerabilidad a lesiones de tipo neurotrófico.

2.2.6 Evaluación clínica de la sensibilidad corneal

En contextos donde no se dispone de equipamiento especializado, se recurre al uso de torundas de algodón para aplicar un estímulo suave sobre la superficie corneal central, registrando la percepción del paciente o la presencia del reflejo de parpadeo. Si bien estos métodos carecen de la precisión de los instrumentos cuantitativos, ofrecen una valoración rápida y accesible con utilidad demostrada en entornos hospitalarios de atención general (Galor y Lighthizer, 2024).

El estesiómetro de Cochet-Bonnet es el instrumento de referencia para la cuantificación de la sensibilidad mecánica corneal, determinando el umbral de percepción mediante un filamento de nylon de longitud variable (Kiyat et al., 2022). La microscopía confocal corneal in vivo (IVCM) permite, por su parte, la visualización directa y cuantificación objetiva de las fibras nerviosas del plexo subbasal de manera no invasiva, con parámetros que han demostrado correlación con la gravedad de la NPD y capacidad para detectar daño de fibras pequeñas con antelación a los métodos electrofisiológicos convencionales (Petropoulos et al., 2021; Cosmo et al., 2022).

2.3 Contextualización

2.3.1 Contexto socioeconómico y sanitario de la República Dominicana

La República Dominicana ha experimentado en las últimas décadas una transición epidemiológica marcada por el aumento progresivo de las enfermedades crónicas no transmisibles, entre ellas la DM2, favorecida por modificaciones en los estilos de vida, el incremento del sobrepeso y el envejecimiento de la población (Ministerio de Salud Pública, 2021). En la actualidad, aproximadamente el 12% de la población dominicana padece esta enfermedad, con una prevalencia de sobrepeso que supera el 70%, cifras que ilustran la magnitud del problema metabólico en el país y subrayan la necesidad de identificar sus complicaciones en estadios tempranos (Ministerio de Salud Pública, 2021).

2.3.2 Sistema nacional de salud de la República Dominicana

El sistema de salud de la República Dominicana es regulado por el Ministerio de Salud Pública y el Servicio Nacional de Salud, y se organiza en tres niveles de atención: el primer nivel abarca la atención primaria; el segundo, los servicios especializados ambulatorios y hospitalarios; y el tercer nivel, los centros de mayor complejidad y especialización. La atención oftalmológica especializada se concentra principalmente en los niveles secundario y terciario (Ministerio de Salud Pública, 2021).

2.3.3 Reseña institucional

El Instituto Nacional de Diabetes, Endocrinología y Nutrición (INDEN), conocido también como Hospital Escuela Dr. Jorge Abraham Hazoury Bahlés, es una institución de referencia en la atención integral de pacientes con enfermedades metabólicas crónicas. Fue fundado en 1979 por el Dr. Jorge Abraham Hazoury Bahlés con el objetivo de brindar atención médica a la población más vulnerable del país. En el año 2004 adoptó el nombre del Dr. Hazoury Bahlés en reconocimiento a su contribución en la lucha contra la diabetes (Acento, 2023; International Diabetes Federation, 2025).

La institución cuenta con una oferta asistencial multidisciplinaria que incluye servicios especializados en endocrinología, nutrición, oftalmología, nefrología, neurología, cirugía y pie diabético, entre otras áreas. Su misión es proporcionar servicios de diagnóstico, tratamiento y prevención de alta calidad con el fin de mejorar la calidad de vida de los

pacientes diabéticos. El INDEN cumple además una función docente relevante, albergando residencias médicas en diabetología, nutrición y oftalmología, avaladas por la Universidad Iberoamericana (UNIBE) (International Diabetes Federation, 2025).

Capítulo 3: Diseño metodológico

3.1 Contexto

El presente estudio se realizó en el Instituto Nacional de Diabetes, Endocrinología y Nutrición (INDEN) —Hospital Escuela Dr. Jorge Abraham Hazoury Bahlés—, centro de referencia nacional para el manejo de pacientes con enfermedades metabólicas crónicas, ubicado en Santo Domingo, República Dominicana. La recolección de datos tuvo lugar entre marzo y mayo de 2026.

3.2 Modalidad del trabajo final

El estudio corresponde a un proyecto de investigación. Se trata de un proceso investigativo desarrollado con rigor metodológico científico en torno a una problemática bien delimitada, con resultados que aportan originalidad al campo de la neuropatía corneal diabética en el contexto del sistema de salud dominicano. No se realizó ninguna intervención terapéutica; el trabajo se limitó a la evaluación clínica de variables en pacientes con DM2.

3.3 Tipo de estudio

El diseño adoptado es observacional, dado que no se intervino sobre las variables independientes; descriptivo-analítico, por cuanto se caracterizan los rasgos de la muestra y se exploran las asociaciones entre variables; y transversal, ya que la medición de todas las variables fue efectuada en un único punto en el tiempo.

3.4 Variables y su operacionalización

Variable	Tipo y subtipo	Definición	Indicador
Sensibilidad corneal OD	Cualitativa ordinal	Respuesta corneal al estímulo mecánico en ojo derecho	Normal / Leve / Moderada / Severa
Sensibilidad corneal OS	Cualitativa ordinal	Respuesta corneal al estímulo mecánico en ojo izquierdo	Normal / Leve / Moderada / Severa
Severidad corneal binocular	Cualitativa ordinal	Clasificación global de la sensibilidad corneal según el ojo con mayor grado de compromiso entre OD y OS, criterio fundamentado en la naturaleza sistémica de la neuropatía diabética y respaldado por concordancia interocular moderada ($\kappa = 0.536$).	Normal / Leve / Moderada / Severa (según ojo de mayor severidad)
HbA1c	Cuantitativa continua	Porcentaje de hemoglobina glicosilada	Valor numérico (%)
Tiempo de DM	Cuantitativa continua	Años desde el diagnóstico de DM2	Años
Edad	Cuantitativa continua	Tiempo desde el nacimiento hasta la evaluación	Años
Sexo	Cualitativa nominal dicotómica	Característica biológica del paciente	Masculino / Femenino
Glucemia	Cuantitativa continua	Concentración sérica de glucosa	mg/dL
Hipertensión arterial	Cualitativa nominal dicotómica	Antecedente de presión arterial elevada diagnosticada	Sí / No
Neuropatía periférica diabética	Cualitativa nominal dicotómica	Diagnóstico de neuropatía periférica diabética registrado en expediente clínico, establecido por el equipo tratante o evidenciado por presencia de pie diabético neuropático.	Sí / No
Dislipidemia	Cualitativa nominal dicotómica	Antecedente de dislipidemia diagnosticada y/o en tratamiento hipolipemiante, registrado en el expediente clínico.	Sí / No
Nefropatía diabética	Cualitativa nominal dicotómica	Diagnóstico de nefropatía diabética registrado en el expediente clínico.	Sí / No

3.5 Métodos y técnicas de investigación

Antes de la valoración de la sensibilidad corneal, todos los participantes fueron sometidos a una evaluación de la superficie ocular, que incluyó tiempo de ruptura lagrimal, prueba de Schirmer, tinción corneal con fluoresceína y evaluación sintomática mediante OSDI cuando estuvo disponible. Los pacientes con hallazgos anormales compatibles con enfermedad clínicamente significativa de la superficie ocular fueron excluidos del estudio conforme a los criterios de exclusión previamente definidos.

La estimulación mecánica de la superficie corneal se realizó mediante una hebra de algodón estéril estirada manualmente hasta conformar una punta fina de aproximadamente 1 a 2 centímetros. La evaluación se llevó a cabo sin biomicroscopio, en condiciones de iluminación ambiental de consulta, con el paciente en posición sedente. Se solicitó al paciente fijar la mirada al frente; el estímulo fue aplicado desde el ángulo temporal de cada ojo para evitar que el paciente visualizara el filamento y anticipara la respuesta, reduciendo así el sesgo de expectativa. El estímulo fue dirigido al epitelio corneal central, aplicado de forma suave y perpendicular a la superficie, repitiéndose entre dos y tres veces por ojo antes de registrar la clasificación definitiva. La respuesta fue evaluada mediante la combinación de dos criterios: la presencia o ausencia del reflejo de parpadeo como indicador objetivo, y el reporte verbal del paciente sobre la percepción del estímulo como indicador subjetivo. Ambos ojos fueron evaluados en la misma sesión por un único observador entrenado.

La sensibilidad corneal fue clasificada en cuatro categorías ordinales (normal, leve, moderada y severa) según la combinación de la percepción subjetiva del estímulo y la integridad del reflejo de parpadeo. Se consideró normal la percepción inmediata del estímulo con reflejo de parpadeo conservado; leve, la presencia de una respuesta discretamente disminuida o retrasada; moderada, una respuesta marcadamente disminuida con retraso evidente del reflejo de parpadeo; y severa, la ausencia de reflejo de parpadeo y de percepción consistente del estímulo tras tres aplicaciones consecutivas. La categoría final se asignó según la respuesta observada.

La variable neuropatía periférica diabética fue determinada mediante revisión del expediente clínico de cada paciente. Se consideró presente cuando constaba diagnóstico establecido por el equipo tratante del INDEN —endocrinología o neurología— o cuando se documentaba la presencia de pie diabético neuropático como expresión clínica avanzada de daño de fibras

nerviosas periféricas. No se aplicó ningún instrumento de tamización neurológica de forma independiente en el marco de este estudio, por lo que el diagnóstico refleja la práctica clínica institucional y no una evaluación neurológica estandarizada realizada por el investigador. Esta limitación queda reconocida en la sección 5.7 del documento.

3.6 Instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron algodón estandarizado como herramienta clínica simplificada para la valoración de la sensibilidad corneal, y una ficha estructurada de recolección de datos diseñada para registrar los datos demográficos del paciente, el tiempo de evolución de la DM2, el valor de HbA1c, la glucemia, la clasificación de la sensibilidad corneal.

3.7 Consideraciones éticas

El estudio se llevó a cabo en cumplimiento de los principios éticos aplicables a la investigación en seres humanos. Se obtuvo consentimiento informado previo a la inclusión de cada participante, y se obtuvo la aprobación ante el Comité de Ética de Investigación (CEI) de la Universidad Iberoamericana (UNIBE), de conformidad con el proceso establecido por el Decanato de Investigación e Innovación, bajo el número de aprobación ACECEI2026-551. La carta correspondiente se incluye en los apéndices (Ver Apéndice D). El estudio se adhirió a los principios del Informe Belmont: respeto por las personas, beneficencia y justicia. Se garantizó la confidencialidad de los datos, el anonimato en el manejo de la información y el derecho de los participantes a retirarse del estudio sin que ello afectara su atención médica.

El estudio se adhirió a los principios del Informe Belmont: respeto por las personas, beneficencia y justicia. Se garantizó la confidencialidad de los datos, el anonimato en el manejo de la información y el derecho de los participantes a retirarse del estudio sin que ello afectara su atención médica.

3.8 Selección de población y muestra

3.8.1 Población

Pacientes diagnosticados con diabetes mellitus tipo 2 mayores de 30 años que acudan a consulta en el INDEN durante el período de estudio (marzo-mayo 2026), de los cuales se identificaron 526 pacientes.

3.8.2 Muestra

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando a los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión definidos para el estudio durante el período marzo–mayo de 2026. La muestra final quedó conformada por 113 pacientes, correspondiente al total de pacientes elegibles identificados en ese período sobre una población accesible de 526 pacientes atendidos en el INDEN.

Dado que la muestra se conformó por la totalidad de pacientes elegibles del período (muestreo censal), no se realizó un cálculo prospectivo del tamaño muestral. En su lugar, se efectuó un análisis de sensibilidad para estimar el efecto mínimo detectable con la muestra obtenida. Mediante la transformación z de Fisher ($n = 113$; $\alpha = 0.05$, bilateral), el estudio tenía capacidad para detectar correlaciones de $\rho \approx 0.27$ con una potencia del 80% y de $\rho \approx 0.31$ con una potencia del 90%. Dado que la correlación principal observada —entre el tiempo de evolución de la diabetes y la severidad de la pérdida de sensibilidad corneal— alcanzó $\rho = 0.381$, superior a ambos umbrales, la muestra resultó adecuada en términos de precisión estadística para los objetivos analíticos del estudio.

3.8.3 Criterios de inclusión

- Pacientes con diagnóstico confirmado de diabetes mellitus tipo 2.
- Edad igual o mayor de 30 años.
- Pacientes que acudan a consulta en el INDEN durante el período de estudio.
- Disponibilidad de resultado reciente de HbA1c (igual o menor de 3 meses).
- Pacientes que acepten participar mediante firma de consentimiento informado.

3.8.4 Criterios de exclusión

- Antecedente de cirugía ocular.
- Uso de lentes de contacto.
- Enfermedades activas de la superficie ocular (ojo seco severo, queratitis, infecciones).
- Antecedente de queratitis herpética o infección herpética ocular previa.
- Neuropatías de causa no diabética.
- Uso de medicación tópica ocular (especialmente anestésicos o antiinflamatorios).
- Uso crónico de lágrimas artificiales con conservantes (más de 3 meses de uso continuo).

- Enfermedades sistémicas que afecten la sensibilidad corneal: síndrome de Sjögren o enfermedades neurológicas.
- Embarazo.

3.9 Procedimientos para el procesamiento y análisis de datos

Los datos recabados mediante formularios clínicos fueron tabulados y organizados en primera instancia en Microsoft Excel 365. Posteriormente, la base de datos fue exportada y procesada en el entorno estadístico RStudio, con el lenguaje de programación R versión 4.5.2 (R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria).

Para la manipulación, depuración y transformación de los datos se emplearon los paquetes tidyverse, dplyr y janitor, que permitieron estandarizar los nombres de las variables, convertir formatos, categorizar variables clínicas y verificar inconsistencias o valores faltantes.

Las variables categóricas —sexo, hipertensión arterial, neuropatía periférica diabética y categorías de control glucémico— fueron codificadas como variables cualitativas nominales u ordinales según correspondiera. La severidad de la alteración de sensibilidad corneal fue tratada como variable cualitativa ordinal con cuatro categorías: normal, leve, moderada y severa.

Dado que cada paciente fue evaluado en ambos ojos (OD y OS), se realizó un análisis de concordancia interocular mediante el coeficiente kappa de Cohen (κ) para examinar el grado de acuerdo entre las clasificaciones de ambos ojos y fundamentar el criterio de construcción de la variable binocular. El análisis evidenció una concordancia moderada ($\kappa = 0.536$), con un acuerdo observado bruto del 69.9% y asimetría entre ojos en 34 pacientes (30.1%). Ante la presencia de discordancia interocular en casi un tercio de la muestra, se adoptó como variable principal de análisis la severidad del ojo con mayor grado de compromiso (peor ojo). Este criterio se fundamenta en la naturaleza sistémica y progresiva de las complicaciones microvasculares de la diabetes mellitus: el ojo más afectado representa con mayor fidelidad el estado neuropático global del paciente, evitando la subestimación del daño que resultaría del promedio entre ambos ojos. Este enfoque es consistente con el empleado en estudios previos sobre complicaciones oculares diabéticas que utilizan el ojo índice como unidad de análisis (Malik et al., 2003; So et al., 2022).

Las variables cuantitativas —edad, HbA1c, glucemia y tiempo de evolución de la DM2— fueron analizadas mediante estadística descriptiva a partir de medias, medianas, desviaciones estándar, valores mínimos y máximos, y rangos intercuartílicos. Las variables cualitativas fueron resumidas mediante frecuencias absolutas y porcentajes.

La distribución de normalidad fue evaluada mediante la prueba de Shapiro–Wilk. Debido a que varias variables no presentaron distribución normal y la variable principal correspondía a una escala ordinal, se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas: prueba de Mann–Whitney U para comparación entre dos grupos independientes; prueba de Kruskal–Wallis para comparación entre tres o más grupos; y coeficiente de correlación de Spearman para la relación entre variables ordinales y cuantitativas.

Se ajustó un modelo de regresión logística ordinal utilizando el paquete MASS mediante la función `polr()`, con el propósito de examinar la asociación entre la severidad de la alteración de sensibilidad corneal y las variables clínicas independientes: HbA1c, glucemia, tiempo de evolución de la DM2, neuropatía periférica diabética, hipertensión arterial, edad y sexo. Los resultados fueron expresados como Odds Ratio (OR) con intervalos de confianza al 95% (IC 95%). El cumplimiento del supuesto de odds proporcionales del modelo se evaluó mediante la prueba de Brant.

Las representaciones gráficas fueron elaboradas con el paquete `ggplot2`, e incluyeron gráficos de barras, diagramas de caja, gráficos de dispersión y distribuciones de variables clínicas. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p < 0.05$.

El código de análisis estadístico empleado en este estudio, incluyendo los scripts de R utilizados para el procesamiento de datos, las pruebas estadísticas y la generación de gráficos, está disponible públicamente en el repositorio de GitHub del autor: <https://github.com/Winduu/tesis-oftalmologia-2026>

Capítulo 4: Resultados

4.1 Características generales de la muestra

De los 526 pacientes identificados durante el período de estudio, 113 cumplieron con los criterios de inclusión y fueron incorporados al análisis final.

La muestra tuvo una edad media de 58.5 ± 11.2 años, con predominio del sexo femenino (64%). El tiempo promedio de diagnóstico de la DM2 fue de 11.6 ± 7.9 años. Los niveles medios de HbA1c alcanzaron el $9.0 \pm 2.5\%$ y la glucemia reciente fue de 190.3 ± 87.7 mg/dL, valores que reflejan un control metabólico deficiente en la mayor parte de los pacientes.

Las comorbilidades más frecuentes fueron hipertensión arterial (61 %), neuropatía periférica diabética (35 %) y nefropatía diabética (29 %). En cuanto a la sensibilidad corneal, el 60 % de los pacientes mostró algún grado de compromiso: leve en el 35 %, moderado en el 16 % y severo en el 8.8 %. La distribución de los valores de glucemia y HbA1c se presenta en los Gráficos 1 y 2, respectivamente. Las características completas de la muestra se recogen en la Tabla 1. La prevalencia de alteración de la sensibilidad corneal fue del 60.2 % (IC 95 %: 50.5 %–69.3 %). Esta proporción resultó significativamente superior al umbral del 30 % establecido en la hipótesis del estudio (prueba binomial exacta, $p < 0.001$), lo que permite rechazar la hipótesis nula.

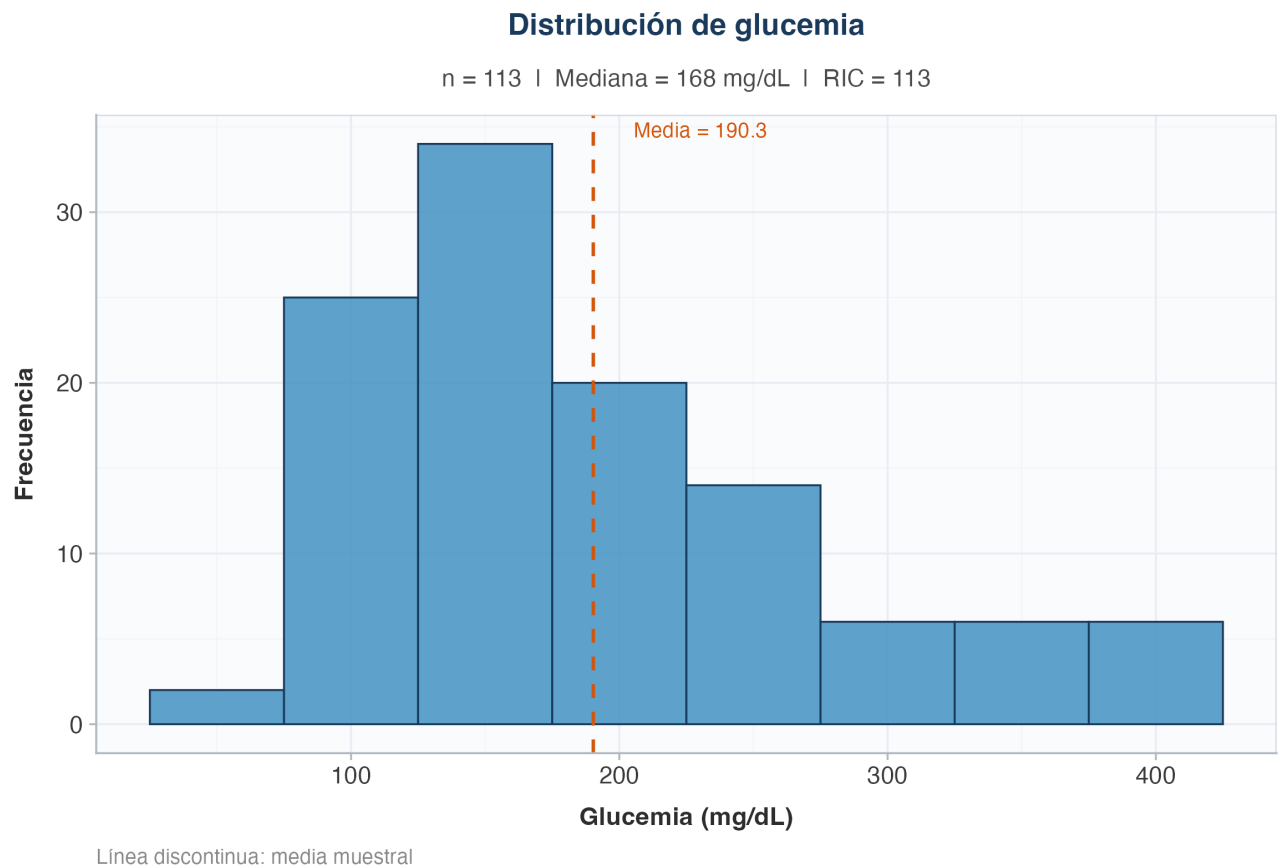


Gráfico 1. Distribución de glucemia reciente en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (n = 113)

Nota. Distribución de frecuencias de glucemia sérica reciente (mg/dL). Elaboración propia

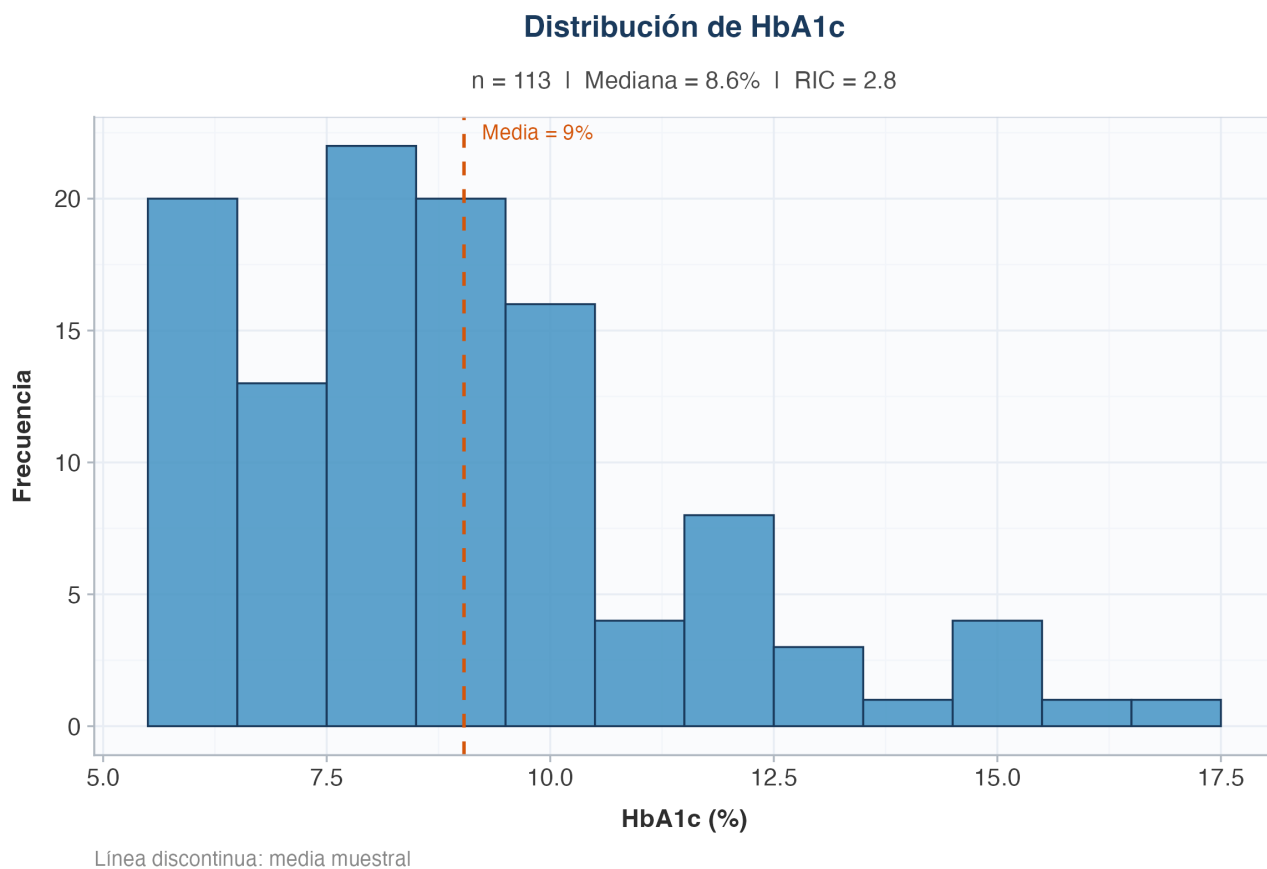


Gráfico 2. Distribución de hemoglobina glucosilada (HbA1c) en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (n = 113)

Nota. Distribución de frecuencias de hemoglobina glucosilada (%). Elaboración propia.

Tabla 1. Características generales de la muestra (N = 113)

Variable	N = 113¹
Edad (años)	58.5 ± 11.2
Sexo	
Femenino	72 (64%)
Masculino	41 (36%)
Tiempo de evolución DM2 (años)	11.6 ± 7.9
HbA1c (%)	9.0 ± 2.5
Glucemia reciente (mg/dL)	190.3 ± 87.7
Hipertensión arterial	
Sí	69 (61%)
Dislipidemia	
Sí	36 (32%)
Neuropatía periférica diabética	
Sí	39 (35%)
Nefropatía diabética	
Sí	33 (29%)
Severidad de sensibilidad corneal	
Normal	45 (40%)
Leve	40 (35%)
Moderada	18 (16%)
Severa	10 (8.8%)

¹Media ± DE; n (%)

4.2 Análisis inferencial según severidad de sensibilidad corneal

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de evolución de la DM2 al comparar los distintos grupos de severidad corneal ($p < 0.001$). Los pacientes con compromiso moderado y severo acumularon mayor tiempo de diagnóstico (18 ± 7 y 20 ± 4 años, respectivamente) en contraste con los que presentaban sensibilidad normal o levemente alterada (10 ± 8 y 9 ± 6 años).

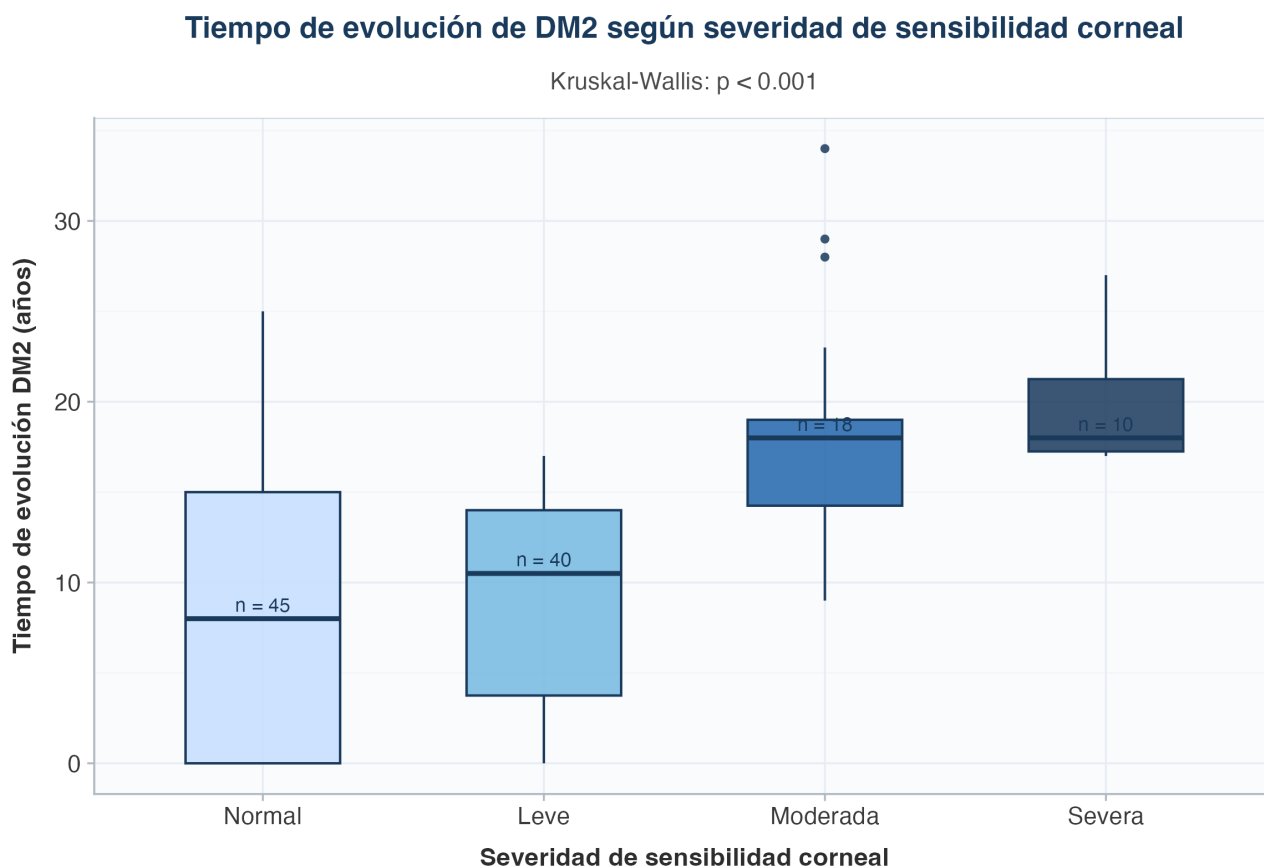


Gráfico 3. Tiempo de evolución de DM2 según severidad de sensibilidad corneal (n = 113)

Nota. Diagramas de caja por grupo de severidad. Prueba de Kruskal-Wallis $p < 0.001$. Elaboración propia.

La presencia de neuropatía periférica diabética mostró asociación significativa con la severidad del compromiso corneal ($p = 0.002$). La proporción de pacientes con neuropatía fue del 18% en el grupo con sensibilidad normal, y ascendió progresivamente hasta el 61% en el grupo con afectación moderada y el 60% en el grupo severo.

Si bien no se alcanzó significación estadística, los niveles de HbA1c mostraron tendencia hacia valores más altos en los grupos con mayor compromiso corneal, como se ilustra en el Gráfico 4.

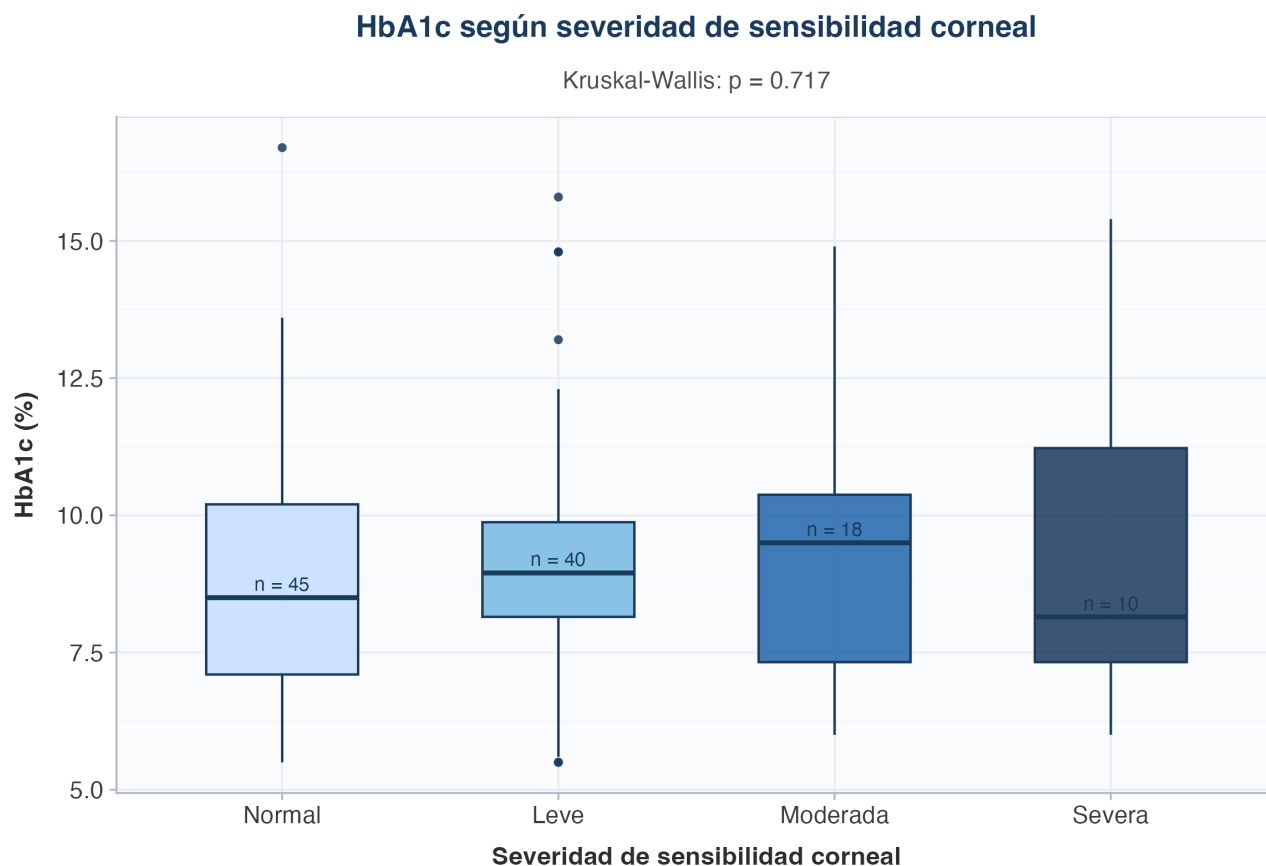


Gráfico 4. HbA1c según severidad de sensibilidad corneal (n = 113)

Nota. Diagramas de caja por grupo de severidad. Diferencias no significativas (Kruskal-Wallis $p = 0.70$). Elaboración propia.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos para edad, HbA1c ni glucemia reciente ($p > 0.05$). Los resultados completos se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Variables clínicas según severidad de sensibilidad corneal

Variable	Normal N=45 ¹	Leve N=40 ¹	Moderada N=18 ¹	Severa N=10 ¹	p ²
Edad (años)	58 ± 13	57 ± 10	64 ± 8	58 ± 9	0.10
HbA1c (%)	8.75 ± 2.48	9.26 ± 2.48	9.15 ± 2.35	9.22 ± 2.97	0.70
Glucemia (mg/dL)	186 ± 93	197 ± 87	181 ± 75	198 ± 99	0.80

Tiempo evolución DM2 (años)	10 ± 8	9 ± 6	18 ± 7	20 ± 4	<0.001
Neuropatía periférica diabética					0.002
No	37 (82%)	26 (65%)	7 (39%)	4 (40%)	
Sí	8 (18%)	14 (35%)	11 (61%)	6 (60%)	

¹Media ± DE; n (%) ²Kruskal-Wallis para variables continuas; prueba exacta de Fisher para variables categóricas

4.3 Correlación entre variables metabólicas y severidad de sensibilidad corneal

El tiempo de evolución de la DM2 mostró una correlación positiva de magnitud moderada y estadísticamente significativa con la severidad de la alteración corneal ($p = 0.381$; $p < 0.001$): a mayor duración de la enfermedad, mayor grado de compromiso de la sensibilidad corneal, en la dirección predicha por la segunda hipótesis del estudio, por lo que se rechaza la hipótesis nula correspondiente. Esta asociación se ilustra en el Gráfico 5.

Correlación entre tiempo de evolución de DM2 y severidad de sensibilidad corneal (n = 113)

Regresión lineal con intervalo de confianza 95%

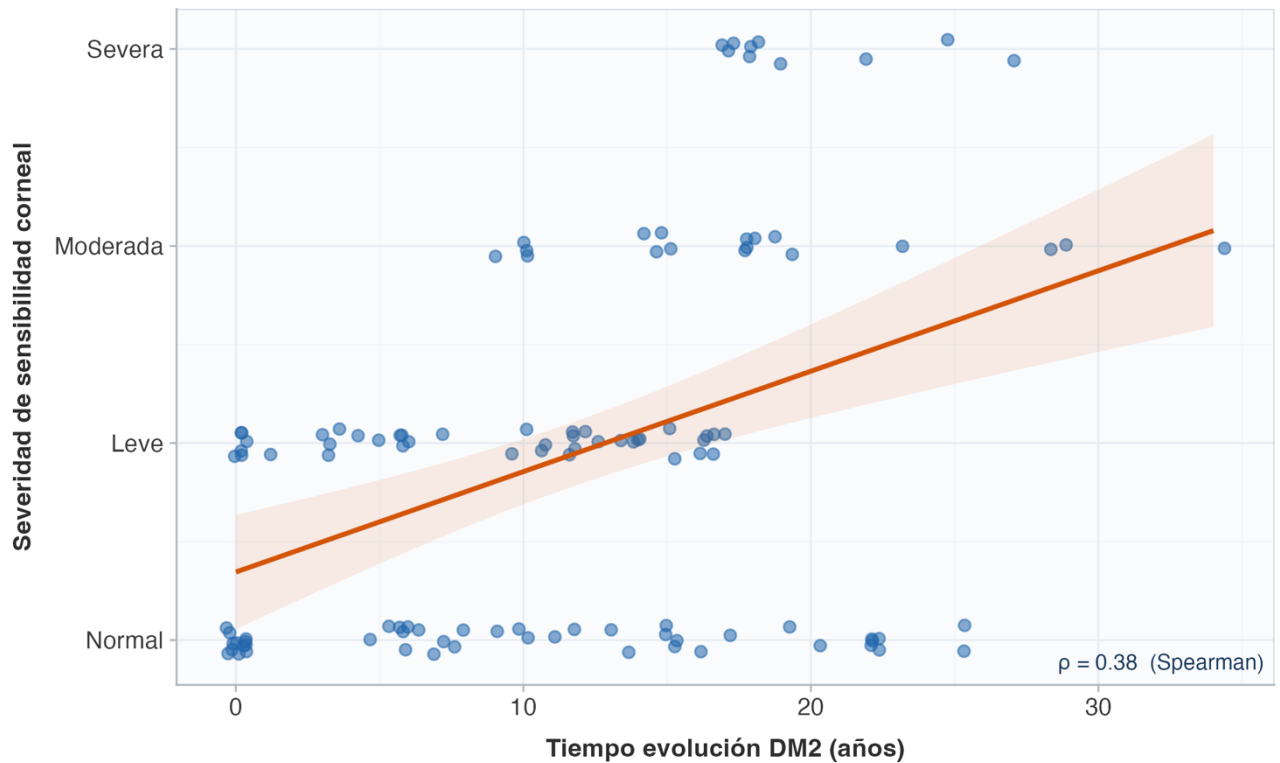


Gráfico 5. Correlación entre tiempo de evolución de DM2 y severidad de sensibilidad corneal (n = 113)

Nota. ρ de Spearman = 0.381; $p < 0.001$. La línea roja representa la tendencia lineal con intervalo de confianza al 95%. Elaboración propia.

HbA1c ($\rho = 0.085$; $p = 0.373$) ni la glucemia reciente ($\rho = 0.053$; $p = 0.577$); en consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula relativa a la asociación entre la HbA1c y la severidad corneal, resultado que debe interpretarse como ausencia de evidencia de asociación en la presente muestra y no como evidencia de su inexistencia. Los coeficientes completos se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Correlación de Spearman entre variables continuas y severidad de sensibilidad corneal

Variable	ρ de Spearman	p
Tiempo de evolución DM2 (años)	0.381	<0.001
HbA1c (%)	0.085	0.373
Glucemia reciente (mg/dL)	0.053	0.577

4.4 Comparación entre sensibilidad corneal normal y alterada

Al dicotomizar la variable en sensibilidad normal versus alterada, los pacientes con compromiso corneal presentaron mayor tiempo de evolución de la DM2 ($p = 0.048$, prueba de Mann-Whitney). La presencia de neuropatía periférica diabética se asoció de forma significativa con la alteración corneal ($p = 0.002$, prueba exacta de Fisher), con un odds ratio de 3.83 (IC 95 %: 1.47–10.97); en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula correspondiente, confirmando que los pacientes con neuropatía periférica diabética presentan mayor alteración de la sensibilidad corneal.

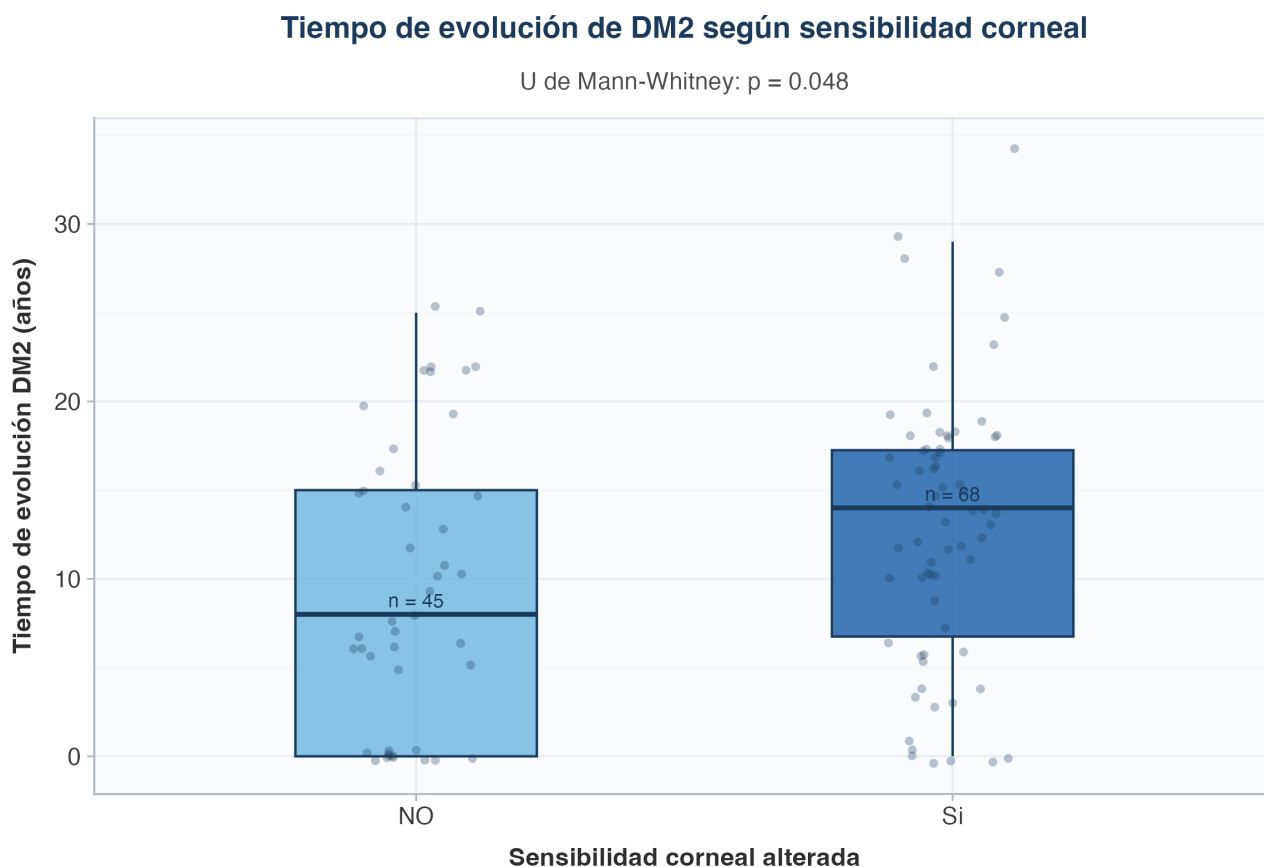


Gráfico 6. Tiempo de evolución de DM2 según presencia de alteración corneal (n = 113)

Nota. Comparación mediante prueba de Mann-Whitney U, $p = 0.048$. Elaboración propia.

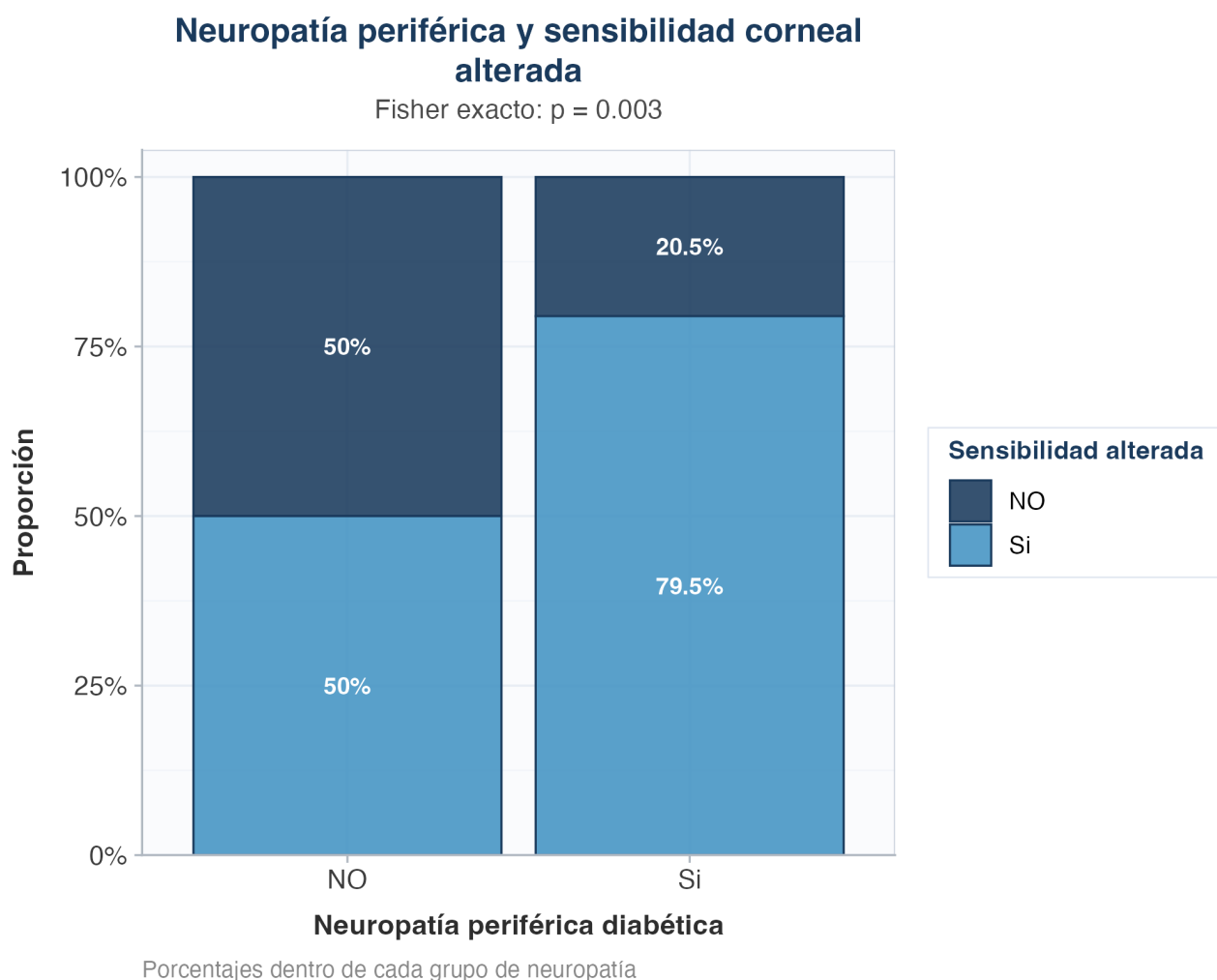


Gráfico 7. Neuropatía periférica diabética y sensibilidad corneal alterada (n = 113)

Nota. Proporción de sensibilidad corneal alterada según presencia de neuropatía periférica diabética. Prueba exacta de Fisher $p = 0.002$. Elaboración propia.

No se hallaron diferencias significativas para HbA1c, glucemia reciente ni edad en este análisis binario.

4.5 Modelo de regresión logística ordinal

Con el fin de evaluar la contribución independiente de cada variable clínica sobre la severidad de la alteración de la sensibilidad corneal, se ajustó un modelo de regresión logística ordinal mediante la función `polr()` del paquete MASS de R. Las variables incluidas en el modelo fueron: tiempo de evolución de la DM2, neuropatía periférica diabética, hipertensión arterial, HbA1c, glucemia reciente, sexo y edad (AIC = 266.7).

En el análisis multivariado, tres variables se consolidaron como predictores independientes y estadísticamente significativos de mayor severidad de la alteración corneal. La neuropatía

periférica diabética fue el predictor de mayor magnitud (OR = 3.02; IC 95%: 1.32–6.90), seguida de la hipertensión arterial (OR = 2.47; IC 95%: 1.13–5.40) y del tiempo de evolución de la DM2 (OR = 1.10; IC 95%: 1.04–1.16). Este último presenta un efecto acumulativo relevante: por cada año adicional de evolución, las odds de mayor severidad corneal se incrementan aproximadamente un 10%, de modo que a lo largo de 10 años el efecto acumulado equivale a un odds ratio cercano a 2.5 (un incremento aproximado del 150%).

La HbA1c mostró una tendencia positiva de pequeña magnitud (OR = 1.21; IC 95%: 0.96–1.54) sin alcanzar significación estadística. La glucemia reciente, el sexo y la edad exhibieron asociaciones de magnitud mínima. Los resultados completos se presentan en la Tabla 4 y se ilustran en el Gráfico 8. La verificación del supuesto de odds proporcionales mediante la prueba de Brant evidenció su cumplimiento en la mayoría de las variables del modelo (HbA1c, glucemia reciente y edad; $p > 0.05$), con una desviación leve únicamente en el tiempo de evolución de la DM2 ($\chi^2 = 6.98$; $p = 0.030$). Dado el carácter aislado y de magnitud limitada de esta desviación, la coherencia del patrón observado y el tamaño muestral —que reduce la potencia de esta prueba—, se consideró que el modelo de odds proporcionales constituía una aproximación adecuada, interpretándose con la debida cautela la magnitud del efecto del tiempo de evolución a través de los distintos umbrales de severidad.

Tabla 4. Modelo de regresión logística ordinal: odds ratio ajustados e intervalos de confianza al 95% (n = 113)

Variable	OR ajustado	IC 95%	p
Tiempo de evolución DM2 (años)	1.097	1.041 – 1.155	< 0.05
Neuropatía periférica diabética	3.022	1.324 – 6.898	< 0.05
Hipertensión arterial	2.472	1.132 – 5.400	< 0.05
HbA1c (%)	1.211	0.955 – 1.535	0.119
Glucemia reciente (mg/dL)	0.996	0.989 – 1.003	0.288
Sexo masculino	1.497	0.691 – 3.240	0.310
Edad (años)	0.983	0.947 – 1.020	0.353

Estadísticamente significativo (IC 95% no incluye 1.0). Variable dependiente: severidad de sensibilidad corneal (ordinal: normal < leve < moderada < severa). OR ajustados mediante modelo polr(). AIC = 266.7. Elaboración propia.

Modelo de regresión logística ordinal

OR con intervalo de confianza 95% | Variable dependiente: severidad de sensibilidad corneal

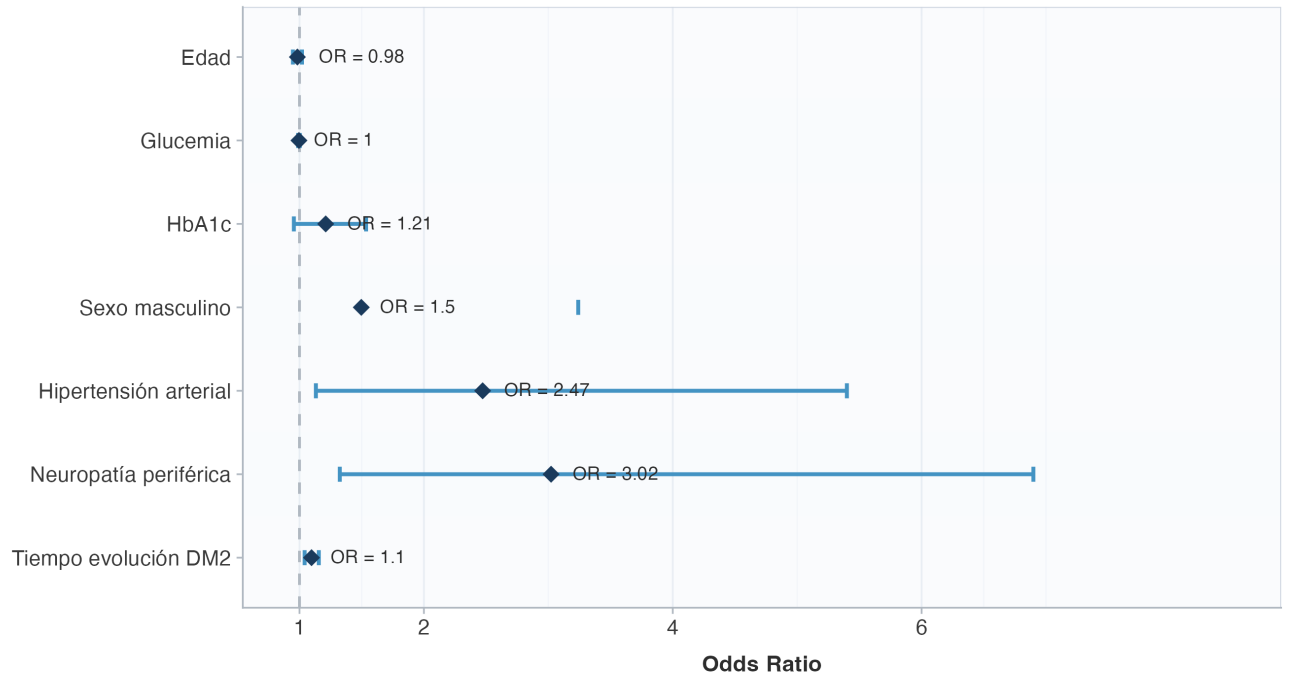


Gráfico 8. Modelo de regresión logística ordinal: odds ratio e intervalos de confianza al 95% (n = 113)

Nota. La línea punteada vertical representa OR = 1 (referencia). Las barras horizontales representan IC 95%. Las variables con IC que no incluyen 1.0 (tiempo de evolución, NPD e HTA) son estadísticamente significativas. OR ajustados. Elaboración propia.

Capítulo 5: Discusión

El presente estudio evaluó la sensibilidad corneal mediante estimulación mecánica con algodón en 113 pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) atendidos en el Hospital Escuela Dr. Jorge Abraham Hazoury Bahlés de Santo Domingo, República Dominicana, durante el período marzo-mayo de 2026. Los resultados obtenidos aportan evidencia original sobre la prevalencia y los factores clínicos asociados a la alteración de la sensibilidad corneal en un centro hospitalario de referencia del Caribe, en el que esta evaluación sistemática no forma parte de la práctica clínica habitual.

5.1 Prevalencia de alteración de la sensibilidad corneal

El hallazgo principal de este estudio es que el 60% de los pacientes con DM2 evaluados presentó algún grado de compromiso de la sensibilidad corneal, con distribución en afectación leve (35%), moderada (16%) y severa (8.8%). Estos resultados guardan consonancia con la literatura internacional, que reporta prevalencias de neuropatía corneal diabética entre el 47% y el 64% en pacientes con DM2 (So et al., 2022). Dua et al. (2025) encontraron sensibilidad corneal disminuida en el 23.4% de pacientes diabéticos, aunque empleando umbrales cuantitativos con estesiómetro de Cochet-Bonnet, lo que justifica la diferencia respecto a la estimación del presente trabajo, que incluye grados leves mediante un método clínico simplificado.

La elevada proporción de pacientes con algún grado de compromiso corneal es consistente con el perfil metabólico de la población estudiada: tiempo promedio de diagnóstico de la DM2 de 11.6 ± 7.9 años y niveles de HbA1c de $9.0 \pm 2.5\%$, indicativos de un control glucémico deficiente mantenido en el tiempo. Singer et al. (2024), en un estudio prospectivo con predominio de pacientes hispanos, documentaron que la sensibilidad corneal es significativamente menor en ojos con estadios avanzados de retinopatía diabética, lo que refuerza la concepción de la neuropatía corneal como parte de un espectro amplio de complicaciones microvasculares de la DM2.

5.2 Tiempo de evolución de la DM2 y sensibilidad corneal

El tiempo de evolución de la DM2 fue el predictor clínico más consistente de la severidad de la alteración corneal en este estudio. Se identificó una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa entre ambas variables ($p = 0.381$; $p < 0.001$), y los pacientes

con alteración moderada o severa presentaron duraciones de enfermedad de 18 ± 7 y 20 ± 4 años, respectivamente, en contraste con los 9–10 años observados en los grupos con sensibilidad normal o levemente alterada ($p < 0.001$, Kruskal-Wallis). Esta asociación se mantuvo como predictor independiente en el modelo multivariado (OR = 1.10; IC 95%: 1.04–1.16).

Estos hallazgos son coherentes con los reportados por Dua et al. (2025), quienes encontraron asociación significativa entre la duración de la diabetes y la reducción de la sensibilidad corneal, y con los de Lv et al. (2014), cuyo metaanálisis confirmó que el tiempo de evolución de la enfermedad es un determinante mayor del compromiso neurosensorial corneal. Malik et al. (2003) documentaron que las alteraciones morfológicas de los nervios corneales se correlacionan con la duración de la diabetes y la gravedad de la neuropatía periférica. La progresión acumulativa del daño axonal mediado por hiperglucemia crónica, activación de la vía del aldosa reductasa, acumulación de AGEs y estrés oxidativo constituyen los mecanismos fisiopatológicos que explican esta relación dependiente del tiempo (Albers y Pop-Busui, 2014; Zhou et al., 2022).

5.3 Neuropatía periférica diabética y sensibilidad corneal

La neuropatía periférica diabética (NPD) mostró una asociación fuerte y estadísticamente significativa con la presencia y la severidad de la alteración corneal en todos los análisis realizados. En el análisis dicotómico, los pacientes con NPD presentaron un odds ratio de 3.83 (IC 95%: 1.47–10.97; $p = 0.002$). En el análisis por grupos de severidad, la proporción de pacientes con NPD aumentó progresivamente desde el 18% en el grupo con sensibilidad normal hasta el 61% y el 60% en los grupos con afectación moderada y severa, respectivamente ($p = 0.002$, prueba exacta de Fisher). En el modelo multivariado, la NPD se confirmó como el predictor de mayor magnitud (OR = 3.02; IC 95%: 1.32–6.90).

Estos hallazgos son consistentes con la hipótesis revisada por So et al. (2022), quienes concluyeron que los cambios en los nervios corneales correlacionan con la severidad de la NPD. Bitirgen et al. (2014) demostraron que el daño en las fibras nerviosas corneales puede preceder a los signos clínicos de neuropatía periférica, lo que refuerza el valor de la evaluación corneal como herramienta de detección precoz. Cid-Bertomeu et al. (2026) también confirmaron que el impacto de la NPD sobre la sensibilidad corneal es significativo, especialmente en estadios moderados y avanzados.

La coherencia entre los resultados del análisis bivariado (OR = 3.83) y el multivariado (OR = 3.02) refuerza la robustez de esta asociación. La ligera atenuación del OR en el modelo ajustado es esperable dado el grado de colinealidad parcial entre la NPD y el tiempo de evolución de la DM2. No obstante, el mantenimiento de la significación estadística en el modelo ajustado confirma que la NPD ejerce un efecto independiente sobre la severidad corneal, más allá de lo explicado por la duración de la diabetes.

5.4 Hipertensión arterial y sensibilidad corneal

Un hallazgo destacable del modelo multivariado fue la identificación de la hipertensión arterial como predictor independiente de mayor severidad de la alteración corneal (OR = 2.47; IC 95%: 1.13–5.40). La hipertensión arterial coexiste frecuentemente con la DM2 — presente en el 61% de la muestra— y contribuye de forma aditiva al daño microvascular a través de mecanismos como el aumento del estrés oxidativo endotelial, la disfunción de los vasa nervorum y la reducción del flujo sanguíneo corneal. La combinación de hiperglucemia crónica e hipertensión sostenida puede acelerar el daño axonal en las fibras amielínicas del plexo subbasal, incrementando el riesgo de neuropatía corneal más allá del atribuible a la DM2 de forma aislada.

Estos resultados son consistentes con la perspectiva integral propuesta por Kovacova y Shotliff (2022), quienes enfatizaron que el abordaje de la afectación corneal requiere considerar el conjunto del perfil de riesgo cardiovascular del paciente diabético. La confirmación de este hallazgo en estudios futuros con mayor tamaño muestral permitiría precisar la magnitud del efecto independiente de la hipertensión sobre la función corneal.

5.5 Control glucémico y sensibilidad corneal

Contrariamente a lo anticipado, no se observaron correlaciones estadísticamente significativas entre la severidad de la alteración corneal y los niveles de HbA1c ($p = 0.085$; $p = 0.373$) ni la glucemia reciente ($p = 0.053$; $p = 0.577$), resultado que se mantuvo en el análisis multivariado. La HbA1c refleja el control glucémico de los últimos tres meses, mientras que el daño neurológico corneal es consecuencia de una exposición acumulada a la hiperglucemia durante años; por esta razón, una medición aislada de HbA1c tiene capacidad limitada para capturar la carga glucémica histórica responsable del daño tisular. Adicionalmente, la muestra presentó una distribución de HbA1c relativamente homogénea

entre los grupos (8.75–9.26%), sin diferencias sustanciales que permitieran identificar un gradiente.

Lv et al. (2014) señalaron que la relación entre HbA1c y alteraciones de la función corneal es de magnitud moderada y puede no ser detectable en estudios transversales con muestras de tamaño limitado. Kiyat et al. (2022) tampoco hallaron correlación significativa entre HbA1c y sensibilidad corneal en pacientes con neuropatía diabética evaluados mediante estesiómetro, resultados que concuerdan con los del presente trabajo.

5.6 Utilidad del método clínico simplificado

El uso del estímulo mecánico con algodón resultó aplicable en el contexto hospitalario del INDEN, permitiendo clasificar a los pacientes en una escala ordinal de cuatro categorías. Galor y Lighthizer (2024) validaron un protocolo clínico simplificado para la evaluación de la sensibilidad corneal con estímulos mecánicos accesibles, respaldando la aplicabilidad de este método en entornos con recursos limitados. Si bien la precisión cuantitativa no es comparable a la del estesiómetro de Cochet-Bonnet, su bajo costo, reproducibilidad y accesibilidad lo posicionan como una herramienta viable para la tamización clínica.

Crabtree et al. (2024) destacaron que los métodos clínicos no instrumentales conservan su relevancia en la práctica cotidiana cuando se aplican de forma estandarizada. Kalteniece et al. (2025) reafirmaron la utilidad de la estesiometría corneal como complemento diagnóstico en el seguimiento de pacientes diabéticos. La estandarización del procedimiento y la capacitación del evaluador, implementadas en este estudio, constituyeron elementos clave para reducir la variabilidad inherente al método.

5.7 Consideraciones sobre el diseño y limitaciones

El diseño transversal permitió identificar asociaciones entre la sensibilidad corneal y variables clínicas relevantes, pero no establece relaciones de causalidad ni determina la dirección temporal de los cambios observados. La ausencia de un grupo control de personas sin DM2 limita la posibilidad de establecer comparaciones directas con la sensibilidad corneal basal en población no diabética de características similares. El tamaño muestral, aunque suficiente para detectar las asociaciones principales, resulta restringido para el análisis multivariado de múltiples variables simultáneas. La razón de eventos por variable fue baja —siete predictores frente a una categoría de severidad más pequeña de diez

pacientes—, lo que incrementa el riesgo de sobreajuste y se refleja en los intervalos de confianza amplios del modelo de regresión ordinal. Por ello, los resultados del modelo multivariado deben interpretarse con cautela y con un carácter exploratorio, mientras que las asociaciones bivariadas principales, más robustas, constituyen el hallazgo de mayor solidez del estudio.

La subjetividad inherente al método del algodón fue mitigada mediante la estandarización del procedimiento y la evaluación por un único observador entrenado. La generalización de los resultados queda circunscrita a la población atendida en el INDEN durante el período de estudio, que puede diferir de otros contextos clínicos en cuanto a perfil metabólico, tiempo de evolución y acceso al tratamiento.

Asimismo, el diagnóstico de neuropatía periférica diabética fue obtenido mediante revisión del expediente clínico sin evaluación neurológica estandarizada independiente, lo que podría introducir variabilidad según la práctica del equipo tratante.

5.8 Relevancia clínica y aporte al contexto dominicano

Este trabajo constituye, hasta donde es de nuestro conocimiento, el primer estudio que evalúa sistemáticamente la sensibilidad corneal en pacientes con DM2 en la República Dominicana mediante un método clínico accesible. En un país donde la prevalencia de DM2 supera el 12% de la población adulta y el control metabólico es frecuentemente deficiente, contar con una herramienta de tamización simple y reproducible tiene implicaciones directas para la práctica clínica. La alta prevalencia de alteración corneal observada (60%) subraya la necesidad de incorporar la evaluación de la sensibilidad corneal en el seguimiento oftalmológico rutinario del paciente diabético.

Los resultados respaldan la propuesta de Kovacova y Shottliff (2022) de adoptar una perspectiva integral de la afectación ocular en diabetes que trascienda la retinopatía, incorporando la superficie ocular y la función neurosensorial corneal como componentes del protocolo de evaluación estándar. La implementación de esta valoración en la consulta de diabetes del INDEN representaría un avance concreto hacia la detección precoz de neuropatía corneal diabética en un entorno de recursos limitados.

5.9 Conclusiones

- El 60% de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 evaluados presentó algún grado de alteración de la sensibilidad corneal mediante estimulación mecánica con algodón, con distribución en afectación leve (35%), moderada (16%) y severa (8.8%).
- El tiempo de evolución de la DM2 se identificó como el predictor clínico más consistente de la severidad de la alteración corneal, tanto en el análisis univariado ($p = 0.381$; $p < 0.001$) como en el modelo multivariado ajustado (OR = 1.10; IC 95%: 1.04–1.16).
- La neuropatía periférica diabética se confirmó como el predictor de mayor magnitud de severidad corneal en el modelo multivariado (OR = 3.02; IC 95%: 1.32–6.90), con significación estadística independiente.
- La hipertensión arterial emergió como predictor independiente adicional de severidad corneal en el modelo ajustado (OR = 2.47; IC 95%: 1.13–5.40), hallazgo consistente con el papel del daño microvascular acumulado por la coexistencia de DM2 e hipertensión sostenida.
- No se identificaron correlaciones estadísticamente significativas entre la severidad corneal y los niveles de HbA1c ni la glucemia reciente, hallazgo coherente con la fisiopatología del daño axonal acumulado cuya medición puntual mediante HbA1c resulta insuficiente para capturar la carga histórica de hiperglucemia.
- El método de estimulación mecánica con algodón resultó aplicable en el contexto hospitalario del INDEN, permitiendo clasificar a los 113 pacientes en una escala ordinal de cuatro categorías. Su sencillez, bajo costo y reproducibilidad lo posicionan como una herramienta viable para la tamización clínica en entornos con recursos limitados.

Capítulo 6: Recomendaciones

A partir de los hallazgos de esta investigación se formulan las siguientes recomendaciones, orientadas a mejorar la detección precoz de la neuropatía corneal diabética en el contexto clínico dominicano y a fortalecer la evidencia disponible sobre este tema.

Integrar la evaluación de la sensibilidad corneal mediante estimulación mecánica con algodón en el protocolo de seguimiento oftalmológico de los pacientes con DM2 atendidos en el INDEN y en otros centros de referencia para enfermedades metabólicas del país. La sencillez y el bajo costo del método favorecen su implementación inmediata sin necesidad de equipamiento especializado.

Priorizar la evaluación corneal en pacientes con DM2 de larga evolución (más de 10 años desde el diagnóstico), con diagnóstico establecido de neuropatía periférica diabética o con hipertensión arterial concomitante, dado que estos grupos mostraron el mayor riesgo de compromiso corneal significativo en el presente estudio.

Diseñar e implementar un programa de formación para el personal de salud del INDEN sobre la técnica estandarizada de evaluación de sensibilidad corneal con algodón, con criterios de clasificación claros y algoritmos de derivación a oftalmología cuando se identifique compromiso moderado o severo.

Desarrollar estudios longitudinales de seguimiento en la misma institución que permitan determinar la progresión de la neuropatía corneal a lo largo del tiempo y evaluar el impacto del control glucémico sobre la sensibilidad corneal.

Extender el estudio a otros centros de atención de pacientes diabéticos en el país, incluyendo hospitales regionales y establecimientos del primer nivel de atención, con el fin de obtener estimaciones de prevalencia más representativas de la población dominicana con DM2.

Complementar la evaluación clínica con métodos instrumentales como el estesiómetro de Cochet-Bonnet o la microscopía confocal corneal in vivo en estudios futuros, con el objetivo de validar los hallazgos del método clínico simplificado frente al estándar de referencia y establecer puntos de corte con valor diagnóstico en la población dominicana.

Incorporar la evaluación de la sensibilidad corneal en los protocolos nacionales de manejo de las complicaciones de la DM2, promoviendo la coordinación entre los servicios de endocrinología, diabetología y oftalmología para un abordaje integral del paciente diabético.

Referencias

- Acento. (2023). Historia de la Medicina Dominicana: Jorge Abraham Hazoury Bahlés. <https://acento.com.do/cultura/historia-de-la-medicina-dominicana-jorge-abraham-hazoury-bahles-66906.html>
- Albers, J. W., & Pop-Busui, R. (2014). Diabetic neuropathy: Mechanisms, emerging treatments, and subtypes. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 14(8), 473.
- American Diabetes Association (ADA). (2024). Diagnosis and classification of diabetes: Standards of Care in Diabetes—2024. *Diabetes Care*, 47(Suppl. 1), S20–S42. <https://doi.org/10.2337/dc24-S002>
- Belmonte, C., Acosta, M. C., & Gallar, J. (2004). Neural basis of sensation in intact and injured corneas. *Experimental Eye Research*, 78(3), 513–525.
- Bitirgen, G., Ozkagnici, A., Malik, R. A., & Kerimoglu, H. (2014). Corneal nerve fibre damage precedes diabetic retinopathy in patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetic Medicine*, 31(4), 431–438.
- Cid-Bertomeu, P., Vilaltella, M., Capilla, L., & Huerva, V. (2026). Impact of diabetic peripheral neuropathy on corneal sensitivity and ocular surface. *Ophthalmic Research*, 69, 56–63. <https://doi.org/10.1159/000550306>
- Cosmo, E., Midena, G., Frizziero, L., Bruno, M., Cecere, M., & Midena, E. (2022). Corneal confocal microscopy as a quantitative imaging biomarker of diabetic peripheral neuropathy: A review. *Journal of Clinical Medicine*, 11(17), 5130. <https://doi.org/10.3390/jcm11175130>
- Crabtree, J. R., Tannir, S., Tran, K., Boente, C. S., Ali, A., & Borschel, G. H. (2024). Corneal nerve assessment by aesthesiometry: History, advancements, and future directions. *Vision*, 8(2), 34.
- Dua, H., et al. (2025). Dry eye and corneal sensitivity in diabetic patients. *Indian Journal of Ophthalmology*, 73(2), 88–94. DOI: 10.61336/jccp/25-06-7
- Feldman, E. L., et al. (2019). Diabetic neuropathy. *Nature Reviews Disease Primers*, 5(1), 41.

- Galor, A., & Lighthizer, N. (2024). Corneal sensitivity testing procedure for ophthalmologic and optometric patients. *Journal of Visualized Experiments*, (210). <https://doi.org/10.3791/66597>
- International Diabetes Federation. (2025). Instituto Nacional de Diabetes, Endocrinología y Nutrición. <https://idf.org/our-network/regions-and-members/south-and-central-america/members/dominican-republic/>
- Kalteniece, A., et al. (2025). Corneal nerve assessment by aesthesiometry. *Diagnostics*, 15, 1785.
- Kiyat, P., Kose, T., Gümüstas, B., & Barut Selver, O. (2022). Evaluation of corneal sensitivity and quadrature variability in patients with diabetic neuropathy. *Middle East African Journal of Ophthalmology*, 29(4), 200–205.
- Kovacova, B., & Shotliff, K. (2022). Eye problems in people with diabetes: More than just diabetic retinopathy. *Practical Diabetes*, 39(4), 27–32.
- Ljubimov, A. V. (2017). Diabetic complications in the cornea. *Vision Research*, 139, 138–152.
- Lv, H., Li, A., Zhang, X., Xu, M., Qiao, Y., Zhang, J., & Yu, L. (2014). Meta-analysis and review on the changes of tear function and corneal sensitivity in diabetic patients. *Acta Ophthalmologica*, 92(2), e96–e104.
- Malik, R. A., Kallinikos, P., Abbott, C. A., van Schie, C. H. M., Morgan, P., Efron, N., & Boulton, A. J. M. (2003). Corneal confocal microscopy: A non-invasive surrogate of nerve fibre damage and repair in diabetic patients. *Diabetologia*, 46(5), 683–688.
- Ministerio de Salud Pública de la República Dominicana. (2021). MSP presenta resultados de estudio sobre prevalencia de sobrepeso, hipertensión y diabetes. <https://www.msp.gob.do/web/?p=12216>
- Müller, L. J., Marfurt, C. F., Kruse, F., & Tervo, T. M. T. (2003). Corneal nerves: Structure, contents and function. *Experimental Eye Research*, 76(5), 521–542.
- Oh, J. (2020). Clinical spectrum and diagnosis of diabetic neuropathies. *Korean Journal of Internal Medicine*, 35(5), 1059–1069.

- Petropoulos, I. N., et al. (2021). Corneal confocal microscopy: A biomarker for diabetic peripheral neuropathy. *Clinical Therapeutics*, 43(9), 1457–1475.
- Shaheen, B. S., Bakir, M., & Jain, S. (2014). Corneal nerves in health and disease. *Survey of Ophthalmology*, 59(3), 263–285.
- Singer, M., et al. (2024). Corneal sensitivity in diabetic retinopathy: A prospective study with predominantly Hispanic population. *Retina*, 44(5), 801–808.
- So, W. Z., Wong, N. S. Q., Tan, H. C., Lin, M. T. Y., Lee, I. X. Y., Mehta, J. S., & Liu, Y.-C. (2022). Diabetic corneal neuropathy as a surrogate marker for diabetic peripheral neuropathy. *Neural Regeneration Research*, 17(10), 2172–2178.
- Zhou, T., Lee, A., Lo, A. C. Y., & Kwok, J. S. W. J. (2022). Diabetic corneal neuropathy: Pathogenic mechanisms and therapeutic strategies. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 816062. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.816062>

Apéndices

Apéndice A. Consentimiento informado

Consentimiento Informado para Participación en Investigación

Titulo del estudio: Relación entre sensibilidad corneal, superficie ocular y retinopatía diabética en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

Propósito del estudio:

El objetivo de este estudio es evaluar la sensibilidad corneal y su relación con la superficie ocular y la retinopatía diabética en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

Procedimientos:

Si usted acepta participar, se le realizará una evaluación oftalmológica completa que puede incluir medición de agudeza visual, presión intraocular, pruebas de superficie ocular (TBUT, Schirmer, tinción corneal) y medición de sensibilidad corneal mediante estesiometría. También se registrarán datos clínicos como tiempo de evolución de la diabetes y resultados de laboratorio recientes.

Riesgos:

Los procedimientos utilizados en este estudio son de uso habitual en la práctica oftalmológica y conllevan riesgos mínimos, como leve molestia ocular transitoria durante algunas pruebas.

Beneficios:

Su participación puede contribuir al conocimiento científico sobre las alteraciones oculares asociadas a la diabetes y ayudar a mejorar el diagnóstico temprano de complicaciones oculares.

Confidencialidad:

Toda la información recolectada será confidencial y se identificará mediante códigos, sin utilizar nombres ni datos personales.

Apéndice B. Carta de autorización institucional



Por medio de la presente certifico que el estudiante Wainer Sena Rivas, con la cedula de identidad y electoral numero 224-0058649-5 pertenece al Programa de Residencias medicas de Oftalmología del Hospital Escuela Dr. Jorge Abraham Hazoury Bahlés, (INDEN) y puede realizar su trabajo de grado con el titulo "Sensibilidad Corneal en Pacientes con Diabetes Mellitus atendidos en el Hospital Escuela Dr. Jorge Abraham Hazoury Bahlés" (INDEN) en el periodo marzo -mayo 2026.

Como centro (hospitalario) institución, confirmamos que nuestro manejo de los expedientes / entrevistas / datos se adhiere a las normas éticas nacionales e internacionales en materia de protección de participantes humanos.

Nombre_ Dr Ammar Ibrahim

Cargo Director General

Numero de contacto. 829-420.3000

Firma

Fecha 25/ de mayo del 2026.



Apéndice C. Instrumento de recolección de datos

Protocolo de Recolección de Datos – Sensibilidad corneal

Código: _____ Fecha: ____ / ____ / ____

1. Datos Generales

Edad	años
Sexo	☐ Masculino ☐ Femenino
Tiempo de evolución DM2	años
Tratamiento	☐ HGO ☐ Insulina ☐ Mixto
HbA1c	%
Glucosa	mg/dl

2. Antecedentes

Condición	Sí	No
Hipertensión arterial	☐	☐
Dislipidemia	☐	☐
Neuropatía diabética	☐	☐
Nefropatía diabética	☐	☐
Tabaquismo actual/exfumador	☐	☐

3. Evaluación Oftalmológica

Parámetro	OD	OS
Agudeza visual		
PIO (mmHg)		
TBUT (seg)		

4. Sensibilidad Corneal

Zona	OD	OS
Central		
Temporal		

Escala: 0 = ausente | 1 = severamente disminuida | 2 = moderadamente disminuida | 3 = normal

5. Retinopatía Diabética

Hallazgo	OD	OS
Retinopatía diabética		
Edema macular diabético	☐ Sí ☐ No	☐ Sí ☐ No

Edema macular diabético

Apéndice D. Aprobación del Comité de Ética (CEI)

Aplicación Completa para Estudiantes

Código de Aplicación

ACECEI2026-551

Nombre del Estudiante #1

Wainer Manuel Sena Rivas

Matrícula del Estudiante #1

231317

Nombre del Proyecto de Investigación

Sensibilidad corneal evaluada mediante estímulo mecánico con algodón en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 atendidos en el Hospital Escuela Dr. Jorge Abraham Hazoury Bahlés, Santo Domingo, República Dominicana, marzo-mayo 2026

ESTADO DE LA APLICACIÓN

APROBADO

Apéndice E. Presupuesto

Descripción general	Cantidad	Costo unitario (RD\$)	Total (RD\$)
Papel bond	2 resmas	200.00	400.00
Cartuchos de tinta	2 cartuchos	600.00	1,200.00
Copias de ante-proyecto	2 copias	250.00	500.00
Impresión y empastado de ejemplares de tesis	2 ejemplares	1,000.00	2,000.00
Materiales gastables	Insumos	Variado	2,500.00
Servicios de verificación antiplagio	1	2,000.00	2,000.00
Transporte e imprevistos	---	---	3,000.00
Total			11,600.00

Apéndice F. Cronograma

Cronograma de actividades

Tesis de grado · Dr. Wainer Manuel Sena Rivas · UNIBE – INDEN · Nov 2025 – Jun 2026

Actividad	Nov '25	Dic '25	Ene '26	Feb '26	Mar '26	Abr '26	May '26	Jun '26
Selección del tema								
Búsqueda de referencias								
Elaboración del anteproyecto								
Entrega del anteproyecto								
Sometimiento y aprobación								
Recolección de datos								
Tabulación y análisis								
Redacción del informe								
Revisión del informe								
Encuadernación								
Presentación								

Referencias: ■ Planificación/redacción ■ Anteproyecto ■ Aprobación/presentación ■ Ejecución

HOJA DE EVALUACIÓN

Proyecto Profesional de la Especialidad de Oftalmología

DR. WAINER MANUEL SENA RIVAS

Sustentante

DRA. CYNTHIA CUNILLERA BATLLE

Asesora Clínica

DR. ÁNGEL CAMPUSANO

Asesor Metodológico

DR. FEDERICO GÓMEZ JURADO

Jurado

AUTORIDADES ADMINISTRATIVAS Y COORDINADORES

DR. MARCOS NÚÑEZ CUERVO

Decano — Escuela de Medicina

DR. COSME RAFAEL NAZARIO

Director de Residencias Médicas UNIBE

DRA. YINNETE READ	DRA. ROSA FERNÁNDEZ
<i>Jefe de Enseñanza</i>	<i>Coordinadora — Residencia de Oftalmología</i>

Calificación final: _____ / 100

Fecha: 8 de junio de 2026