

# Astigmatismo corneal y su asociación con la biometría ocular en pacientes programados para cirugía de catarata: Estudio retrospectivo en una clínica oftalmológica de Barranquilla

Corneal astigmatism and its association with ocular biometry in patients scheduled for cataract surgery: A retrospective study at an ophthalmology clinic in Barranquilla

Angélica Roca Pérez<sup>1,a,d</sup>, Krizia Lever Lynton<sup>2,b,c</sup>, Jenny Kam Lin Ku Lozano<sup>3b</sup>

## RESUMEN

**Resumen:** La catarata, considerada la principal causa de discapacidad visual en el mundo, se caracteriza por la opacidad progresiva del cristalino, afectando la nitidez visual y la sensibilidad al contraste. La cirugía de facoemulsificación con lentes intraoculares (LIO) ha revolucionado su tratamiento, especialmente en países desarrollados. **Objetivo.** Evaluar la relación entre parámetros biométricos oculares y astigmatismo corneal en pacientes sometidos a cirugía de catarata en una Clínica Oftalmológica de Barranquilla, 2022 – 2023. **Metodología:** El estudio

es cuantitativo de carácter retrospectivo, correlacional y transversal. Conformado por 646 pacientes a quienes se les realizaron exámenes oftalmológicos que comprendieron: la medición de la agudeza visual, la biomicroscopía con lámpara de hendidura, la tonometría de Goldmann para determinar la presión intraocular y el análisis del fondo de ojo dilatado con una lente 90D. Para el análisis de correlación se utilizó la prueba paramétrica de Kruskal-Wallis con un intervalo de confianza del 95 %. Posteriormente, se evaluaron las propiedades biométricas oculares empleando imágenes de topografía corneal capturadas con Pentacam Classic y OPD Scan III, excluyendo aquellas situaciones con astigmatismo corneal irregular. **Resultados:** Se incluyeron 646 pacientes candidatos a facoemulsificación con implante de LIO, de los cuales el 59 % eran mujeres y el 58 %, de edades entre 50 a 70 años. La población mostró una predominancia de la etnia mestiza (67 %). Además, se encontró que la Longitud Axial Ocular (LAX) varía significativamente según el sexo: los varones tienden

DOI: <https://doi.org/10.47307/GMC.2025.133.4.8>

ORCID: 0000-0001-8035-0737<sup>1</sup>

ORCID: 0009-0006-6605-1603<sup>2</sup>

ORCID: 0000-0001-5343-5831<sup>3</sup>

<sup>a</sup>Universidad Simón Bolívar, Facultad Ciencias de la Salud, programa de Instrumentación Quirúrgica, Barranquilla, Colombia.

<sup>b</sup>Clínica Oftalmológica del Caribe (FOCA). Barranquilla, Colombia.

<sup>c</sup>Universidad Simón Bolívar, Facultad Ciencias de la Salud, Especialización de Oftalmología, Barranquilla, Colombia.

<sup>d</sup>Universidad Popular del Cesar, Facultad Ciencias de la Salud, Programa de Instrumentación Quirúrgica.

Recibido: 16 de junio 2025

Aceptado: 25 septiembre 2025

Autor de Correspondencia: Angélica Roca Pérez. E-mail: angelica.roca@unisimon.edu.co

a presentar LAX en rangos más altos ( $>24,5$  mm), mientras que las mujeres se concentran en rangos menores ( $<22$  mm), lo que subraya la influencia del género en la configuración biométrica del ojo, lo cual es importante considerar y tener en cuenta por las implicaciones al momento de la planificación del tratamiento. El análisis de los parámetros biométricos reveló que a mayor LAX se asocia una mayor Profundidad de la Cámara Anterior (ACD) y un incremento en el diámetro del Blanco a Blanco (WTW), mientras que la queratometría corneal total (KM) disminuye de forma significativa (con valores promedio de 525,82 en LAX  $<22$  mm y 239,13 en LAX  $>24,5$  mm), evidenciando una relación inversa entre la longitud axial y la curvatura corneal. En cuanto al astigmatismo, este no mostró correlaciones significativas con los parámetros evaluados de forma global; sin embargo, el análisis por categorías indicó que la Queratometría Plana (Kf) aumenta de manera consistente con la severidad del astigmatismo, sugiriendo que, aunque el astigmatismo corneal sea multifactorial y no dependa directamente de parámetros como LAX, ACD o CCT, la medición de Kf resulta relevante para la evaluación clínica preoperatoria en pacientes con altos grados de astigmatismo. **Conclusiones:** El análisis de los parámetros biométricos reveló que la LAX tiene correlaciones negativas y significativas con la Queratometría Curva (Ks) y la Queratometría Plana (Kf), lo que confirma que, a mayor LAX, la curvatura corneal disminuye lo que indica que la córnea se vuelve más plana. Además, se observó que la ACD progresa en aumento con la LAX, mientras que el CCT no mostró relación significativa con la Queratometría ni con el astigmatismo. Aunque el astigmatismo global no guarda correlación directa con estos parámetros, el análisis por categorías evidenció que la Queratometría Plana (Kf) aumenta significativamente con la severidad del astigmatismo, lo que indica que, para una correcta evaluación y tratamiento preoperatorio, es necesario considerar variables adicionales que expliquen la complejidad multifactorial de este defecto refractivo.

**Palabras clave:** Biometría ocular, astigmatismo corneal, catarata, facoemulsificación, queratometría y profundidad de cámara anterior.

## SUMMARY

**Abstract:** Cataract, the leading cause of visual impairment worldwide, is characterized by the progressive opacity of the crystalline lens, which affects visual acuity and contrast sensitivity. Phacoemulsification surgery with intraocular lenses (IOLs) has revolutionized its treatment, especially in developed countries. **Objective:** To evaluate the

relationship between ocular biometric parameters and corneal astigmatism in patients undergoing cataract surgery at an ophthalmology clinic in Barranquilla (2022–2023). **Methodology:** This study is a quantitative, retrospective, correlational study. It was composed of 646 patients who, prior to surgery, underwent assessments of visual acuity, slit-lamp biomicroscopy, intraocular pressure measurement using Goldmann tonometry, and a dilated fundus examination using a portable 90D lens. For the correlation analysis, the Kruskal-Wallis parametric test was used with a 95 % confidence interval. **Results:** A total of 646 patients eligible for phacoemulsification with intraocular lens (IOL) implantation were included, of which 59 % were women and 58 % were within the 50 to 70-year age range. The study population predominantly consisted of individuals of the mestizo ethnicity (67 %). Moreover, it was found that ocular axial length (LAX) varies significantly by sex: males tend to exhibit higher LAX values ( $>24.5$  mm) while females are concentrated in lower LAX ranges ( $<22$  mm), underscoring the influence of gender on ocular biometric configuration and its potential implications for treatment planning. Analysis of the biometric parameters revealed that as LAX increases, there is an associated increase in the anterior chamber depth (ACD) and in the white-to-white (WTW) diameter. At the same time, total corneal keratometry (KM) decreases significantly (with mean values of 525.82 in eyes with LAX  $<22$  mm versus 239.13 in eyes with LAX  $>24.5$  mm), thereby demonstrating an inverse relationship between axial length and corneal curvature. Regarding astigmatism, no significant correlations were observed with the globally evaluated parameters; however, when analyzed by categories, flat keratometry (Kf) was found to consistently increase with the severity of astigmatism. This suggests that although corneal astigmatism is multifactorial and does not directly depend on parameters such as LAX, ACD, or central corneal thickness (CCT), the measurement of Kf is relevant for the preoperative clinical evaluation of patients with higher degrees of astigmatism. **Conclusions:** The analysis of biometric parameters revealed that axial length (LAX) has significant negative correlations with both steep keratometry (Ks) and flat keratometry (Kf), confirming that as axial length increases, the corneal curvature decreases, indicating that the cornea becomes flatter. Moreover, it was observed that the anterior chamber depth (ACD) increases in parallel with axial length. In contrast, central corneal thickness (CCT) did not show any significant relationship with keratometry or astigmatism. Although overall astigmatism does not exhibit a direct correlation with these parameters, categorical analysis demonstrated that flat keratometry (Kf) increases significantly with the severity of astigmatism. This finding indicates that, for a proper preoperative evaluation and treatment,

*it is necessary to consider additional variables that account for the multifactorial complexity of this refractive error.*

**Keywords:** *Ocular biometry, corneal astigmatism, cataract, phacoemulsification, keratometry and anterior chamber depth.*

## INTRODUCCIÓN

La catarata es una condición, tanto natural como adquirida, en la que el cristalino transparente se torna gradualmente más opaco, causando una disminución progresiva de la nitidez visual y la sensibilidad al contraste. Normalmente, la afección es bilateral. A nivel mundial es considerada la principal causa de discapacidad visual (1). Dentro de los principales riesgos de esta afección se encuentran la pérdida progresiva de la visión que puede llevar a la ceguera si no se recibe tratamiento, riesgos de caída debido a la disminución de la agudeza visual, complicaciones posoperatorias como infecciones, inflamación o aumento de la presión intraocular (2).

La cirugía de catarata es uno de los procedimientos quirúrgicos más habituales y exitosos en el campo de la oftalmología, cuya finalidad es la de recuperar la visión en pacientes con opacificación del cristalino (3). No obstante, uno de los retos posoperatorios más comunes es el astigmatismo corneal, que puede afectar de manera considerable la agudeza visual del paciente y su calidad de vida tras la cirugía (4). Es esencial analizar y entender la correlación entre los parámetros biométricos oculares y el astigmatismo corneal para mejorar los resultados de la cirugía y aumentar la exactitud en la elección y diseño de lentes intraoculares (LIO) (5). De los procedimientos oftalmológicos, la cirugía de cataratas es el más realizado a nivel mundial y que su éxito no solo se mide en términos de transparencia del cristalino, sino en la obtención de resultados refractivos óptimos en pro de una buena agudeza visual sin corrección. En este contexto, el astigmatismo corneal preexistente representa un desafío clínico importante, ya que puede limitar la calidad visual posoperatoria si no es identificado y corregido de forma adecuada durante el procedimiento quirúrgico (6).

Las características biométricas del ojo, tales como la longitud axial del ojo, la curvatura de la córnea y la profundidad de la cámara anterior, resultan cruciales para la planificación de la cirugía en pacientes que requieren una cirugía de catarata (7). Estos indicadores facilitan una estimación más precisa del volumen de los LIO requerida para rectificar la ametropía ya existente y reducir el astigmatismo posoperatorio. La longitud axial del ojo afecta el enfoque y la refracción del ojo, en tanto que la curvatura corneal tiene una relación directa con la forma y la capacidad refractiva de la córnea. La profundidad de la cámara previa puede influir en la ubicación y el rendimiento óptico del LIO (7).

La facoemulsificación con implantación de lentes intraoculares (LIO) es el procedimiento quirúrgico más realizado en todo el mundo, mayoritariamente entre personas de edad avanzada en países desarrollados donde se ha evidenciado un notable aumento en los últimos años, con un aumento en los criterios de indicación para la cirugía debido a la implementación de técnicas menos invasivas, que han reducido el riesgo de intervenciones quirúrgicas (8).

## Parámetros biométricos oculares

Los parámetros biométricos se consideran aquellas particularidades anatómicas y fisiológicas del ojo que pueden ser evaluadas con exactitud para propósitos de identificación y diagnóstico. Dentro de estos factores se incluyen la geometría y textura del iris, cuyas formas complejas y aleatorias proporcionan un fundamento perfecto para la identificación personal; la estructura del fondo de ojo, en la que la disposición y el calibre de los vasos sanguíneos retinianos proporcionan un mapa único; y las características de la córnea y la dinámica pupilar, que proporcionan datos adicionales acerca de la estructura y funcionalidad del ojo.

Entre los parámetros biométricos más utilizados se encuentran: La medición adecuada de la longitud axial ocular (LAX), La profundidad de la cámara anterior (ACD), El espesor corneal central (CCT), La distancia blanco a blanco (WTW), Las queratometrías tanto plana (Kf)

como curva plana (Ks) y La queratometría corneal media (Km) y la queratometría corneal total (TKm),

Estos parámetros y el astigmatismo, son vitales para identificar y monitorizar anomalías corneales a tiempo (9). Asimismo, estos se han relacionado con diversas alteraciones refractivas, incluyendo el astigmatismo corneal. Aún existe controversia acerca de qué variables tienen mayor impacto y cómo estas interacciones pueden variar según la población estudiada (10). En relación con los entornos clínicos locales como Barranquilla, no existen estudios actualizados que evalúen esta relación de forma específica, lo cual genera un vacío de conocimiento que puede repercutir en la planificación quirúrgica individualizada (11).

### Medición de parámetros biométricos

La medición es un aspecto importante dentro de los parámetros biométricos, debido a que sienta las bases para la exactitud y la reproducibilidad en la valoración de las propiedades oculares. Una cuantificación precisa y normalizada facilita el establecimiento de determinaciones anatómicas y funcionales de manera segura, lo que resulta crucial tanto para la toma de decisiones clínicas como para la validación de investigaciones. En el campo de la oftalmología, la confiabilidad en la medición de parámetros como la topografía corneal, la queratometría o la profundidad de la cámara anterior es crucial para detectar alteraciones mínimas en la estructura ocular que pueden señalar el comienzo o la evolución de enfermedades.

Dentro de estos parámetros se encuentran la longitud axial, profundidad de cámara anterior, curvatura corneal, Grosor Corneal Central (CCT), grosor del cristalino.

**La Longitud axial (AL)** se define como la separación entre la superficie anterior de la córnea y la retina, calculada a través del eje óptico. Este indicador es un factor crucial en el error refractivo, dado que una longitud axial superior está vinculada con la miopía, mientras que una longitud inferior está vinculada con la hipermetropía (12). Se suele medir la longitud axial mediante métodos como la

biometría por ultrasonido y la interferometría de coherencia óptica (OCT). Estas herramientas han incrementado la exactitud en las mediciones, aspecto crucial para calcular con exactitud las lentes intraoculares (LIO) en intervenciones quirúrgicas de cataratas (13).

### Profundidad de la Cámara Anterior (ACD):

La profundidad de la cámara anterior (ACD) alude a la separación entre la superficie trasera de la córnea y la superficie frontal del cristal. Es un factor crucial para determinar la potencia de los LIO durante la cirugía de cataratas y resulta imprescindible para valorar el riesgo de glaucoma de ángulo cerrado (14). La ACD varía en función de la edad, el sexo y la condición refractiva. La evidencia indica que la ACD se reduce con el envejecimiento a causa del engrosamiento del cristalino, lo que disminuye el espacio en la cámara anterior (15). Los hombres suelen poseer cámaras de frente más detalladas que las de las mujeres.

**Curvatura Corneal (CC):** Hace referencia a la forma y el nivel de curvatura de la superficie anterior de la córnea. Este parámetro se cuantifica en dioptrías y resulta esencial para establecer la fuerza refractiva del ojo. La curvatura de la córnea influye directamente en la determinación de los LIO durante las cirugías de cataratas y es un elemento crucial en el diagnóstico y tratamiento del astigmatismo. La medición de la curvatura de la córnea se lleva a cabo mediante el uso de instrumentos sofisticados como la topografía corneal y la tomografía de coherencia óptica. Estas técnicas posibilitan la creación de mapas precisos de la superficie corneal, lo que simplifica el diagnóstico de anomalías y la planificación de la cirugía (16).

**Grosor Corneal Central (CCT):** El CCT es un parámetro crucial para la detección de glaucoma, dado que afecta las mediciones de la presión intraocular (PIO). El CCT hace referencia al grosor de la córnea en su zona central y se cuantifica en micrómetros. Este parámetro es crucial para una correcta interpretación de la presión intraocular (PIO) y para estimar el peligro de glaucoma. Así, las córneas más delgadas se relacionan con un incremento en el riesgo de desarrollo del glaucoma, mientras que las córneas más amplias pueden proporcionar cierto grado de protección contra el daño glaucomatoso (17).

**Grosor del cristalino:** El grosor del cristalino hace referencia a la separación entre las superficies anterior y posterior del mismo. Este indicador es esencial para entender las modificaciones acomodativas del ojo y para determinar la potencia de los LIO en intervenciones quirúrgicas de cataratas. El grosor del cristalino se incrementa con el envejecimiento, lo que favorece la reducción de la capacidad acomodativa y el surgimiento de presbicia. El grosor del cristalino es un elemento crucial para prever la posición eficaz del lente (ELP) y asegurar resultados óptimos en resistencia al agua. Un cristalino de mayor tamaño puede dificultar la elección de LIO y elevar la probabilidad de errores en la resistencia (13).

### Astigmatismo Corneal y su clasificación

El Astigmatismo Corneal se caracteriza por ser un defecto refractivo del ojo que se produce debido a una curvatura irregular de la córnea y que puede provocar que la luz no se enfoque de manera uniforme en la retina. Esto puede traer como resultado una visión borrosa o distorsionada a diferentes distancias. Dentro de las principales características se encuentra la visión borrosa, fatiga visual, dificultad para ver claramente en condiciones de poca luz, deslumbramiento alrededor de las luces especialmente en entornos oscuros (18).

De este modo, el Astigmatismo Corneal es una condición refractiva común que afecta significativamente la calidad visual de los pacientes, especialmente en aquellos sometidos a cirugía de catarata (19). Durante el proceso quirúrgico, la corrección del Astigmatismo se convierte en un componente esencial para optimizar los resultados visuales posoperatorios. Además, la Biometría ocular mediante la evaluación de parámetros como la Queratometría, LAX, ACD, CCT, entre otros, juega un papel crucial en la predicción y corrección del Astigmatismo. No obstante, hay varios factores como el entorno, la etnia, la genética, el género y la edad que pueden afectar la exactitud de los cálculos biométricos y, en consecuencia, la selección de los lentes intraoculares y las estrategias quirúrgicas. El estudio de estas diferencias se transforma en un elemento esencial para guiar un enfoque quirúrgico y posoperatorio

más exacto y personalizado a las necesidades específicas de cada paciente (20).

El astigmatismo corneal puede ser de naturaleza congénita o adquirida. Las causas adquiridas comprenden traumas, intervenciones quirúrgicas oculares y patologías como el queratocono. Estudios resaltan la relación entre el astigmatismo corneal anterior y posterior, insinuando que la curvatura posterior frecuentemente equilibra las anomalías previas (21).

### Clasificación del astigmatismo

El astigmatismo corneal es una anomalía refractiva provocada por variaciones en la curvatura de la córnea, lo que provoca una refracción inconsistente de la luz y una visión borrosa. Se puede categorizar el astigmatismo corneal en regular e irregular. El astigmatismo regular muestra meridianos simétricos, en contraste con el astigmatismo irregular, que frecuentemente se relaciona con alteraciones ectópicas de la córnea (22). También se categoriza el astigmatismo en función de la dirección de los meridianos principales:

- **Con la regla (WTR, With The Rule):** La curvatura del meridiano vertical es superior a la del horizontal. Este tipo es el más habitual y se distingue por contar con dos meridianos principales que se cruzan entre ellos, mostrando una curvatura homogénea en cada uno de estos. El tratamiento efectivo del astigmatismo regular puede realizarse mediante lentes correctivos o cirugía refractiva, en función del nivel de gravedad (23). Frecuentemente, el astigmatismo habitual es hereditario y puede resultar asintomático en niveles moderados.
- **Contra la regla (ATR, Against The Rule):** El meridiano horizontal presenta una curvatura más pronunciada que el vertical. Este tipo ocurre cuando los meridianos no se encuentran perpendiculares o cuando la curvatura de la córnea no es uniforme. Esto puede ser resultado de enfermedades como el queratocono o situaciones postoperatorias. El astigmatismo irregular es más complicado de rectificar y frecuentemente necesita la utilización de lentes de contacto especiales o procedimientos quirúrgicos de vanguardia (24).

- **Astigmatismo oblicuo:** Los meridianos más curvados no presentan ninguna característica vertical o horizontal (25). Se trata de una forma de astigmatismo donde los meridianos principales más curvados no están en alineación vertical ( $90^\circ$ ) o horizontal ( $180^\circ$ ), sino que se ubican en ángulos oblicuos, usualmente entre los  $30^\circ$ -  $60^\circ$  o los  $120^\circ$ - $150^\circ$ . Este tipo de astigmatismo puede resultar más complicado de rectificar con lentes convencionales debido a la orientación inusual de los meridianos. Desde un punto de vista clínico, el astigmatismo oblicuo puede provocar una distorsión visual más pronunciada en comparación con el astigmatismo con la regla (WTR) o contra la regla (ATR). Estudios recientes subrayan la relevancia de instrumentos sofisticados como la topografía corneal para identificar y gestionar este tipo de astigmatismo, dado que facilita el trazado exacto de las anomalías en la curvatura de la córnea (22).

El éxito de la cirugía de catarata no solo se mide en términos de transparencia del cristalino, sino en la obtención de resultados refractivos óptimos que propendan a una buena agudeza visual sin corrección. En este contexto, el astigmatismo corneal preexistente representa un desafío clínico importante, ya que puede limitar la calidad visual posoperatoria si no es identificado y corregido de forma adecuada durante el procedimiento quirúrgico. Debido a que Barranquilla posee una población diversa y con una alta demanda de servicios oftalmológicos, el disponer de evidencia local podrá contribuir significativamente a la toma de decisiones clínicas y a la mejora de protocolos de manejo. Además, al establecer patrones biométricos poblacionales, se pueden desarrollar estrategias más costo-efectivas en el sistema de salud, especialmente en instituciones que brindan atención a pacientes de bajos recursos (20).

Teniendo en cuenta que no existe a nivel local datos publicados disponibles sobre las características de los parámetros biométricos oculares en Barranquilla, Colombia, la presente investigación se convierte en un estudio exploratorio que proporciona referentes específicos de la Región para la práctica clínica de los Oftalmólogos (28).

La relación entre los parámetros biométricos oculares y el astigmatismo corneal en pacientes candidatos a cirugía de catarata resulta esencial para optimizar los resultados visuales posoperatorios y reducir la dependencia de lentes tóricos innecesarios. Una comprensión más profunda de estas variables permite seleccionar mejor el tipo de lente LIO, así como decidir sobre técnicas quirúrgicas complementarias como incisiones relajantes limbares o la implantación de LIOs tóricas (29). Igualmente contribuiría a optimizar los resultados visuales, y mejorar la precisión en la selección de lentes intraoculares y en el manejo quirúrgico, elevando así los estándares de atención oftalmológica y la calidad de vida de los pacientes (30). Es necesario investigar si la intervención a este diagnóstico incrementa la sobrevida, tener un historial clínico unificado y de esta manera definir estrategias de prevención primaria y secundaria eficaces.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio es cuantitativo de carácter retrospectivo, correlacional de corte transversal. El protocolo de estudio fue aprobado por el Comité de Ética Institucional de la Universidad Simón Bolívar (Barranquilla, Colombia) y de la Clínica Oftalmológica del Caribe, los cuales analizaron el proyecto desde el marco de los principios éticos y de la resolución 8430/93 y de la declaración de Helsinki.

Se analizó la información recopilada con el objetivo de describir sus causas, factores de riesgo o asociación entre las variables de estudio utilizando datos biométricos de pacientes de una Clínica Oftalmológica de la ciudad de Barranquilla, recopilados desde enero de 2022 hasta diciembre de 2023. Este enfoque metodológico permite entender la evolución médica de las patologías y estudiar su progreso por medio de dichos diagnósticos a partir de muestras representativas.

La población fueron 2 233 historias clínicas de pacientes con catarata que asistieron a una Clínica Oftalmológica de la ciudad de Barranquilla, a partir de ello, se seleccionaron los participantes mediante muestreo por conveniencia que hace referencia al subgrupo estudiado a partir de unas

características en específico que son necesarias para el cumplimiento de los objetivos. En este sentido, tras tener en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, la muestra escogida fue de 646 pacientes.

Los criterios de inclusión fueron: Los pacientes candidatos a facoemulsificación e implante de LIO; Los pacientes mayores de 18 años; Los pacientes con catarata que acudieron a la Clínica Oftalmológica del Caribe (COFCA) de enero de 2022 a diciembre de 2023 en Barranquilla, Colombia; Sólo se incluyó en el estudio el ojo derecho de cada individuo.

Los criterios de exclusión fueron: Pacientes menores de 18 años; Pacientes con alteraciones corneales o de la superficie ocular; Pacientes con antecedentes de cirugía corneal o intraocular previa; Pacientes con valores de queratometría < 40 dioptrías o >47 D y Pacientes con datos incompletos

Antes de la cirugía, todos los participantes se sometieron a una Medición de la Agudeza Oftalmológica, una Biomicroscopía con lámpara de hendidura, una medición de la presión intraocular mediante Tonometría de Goldmann y un examen del fondo de ojo dilatado utilizando una lente 90D portátil. Este estudio se realizó según los principios de la Declaración de Helsinki y se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todos los participantes. Posteriormente, se realizó medición de características biométricas oculares mediante imágenes de Topografía Corneal con Pentacam Classic y OPD scan III, excluyendo a los participantes con astigmatismo corneal irregular. Así mismo, se utilizó el Biómetro Lenstar para medir la queratometría, el astigmatismo corneal (dentro de la zona central de 3 mm), LAX, ACD, LT y el diámetro horizontal de blanco a blanco (WTW) de la córnea. Se calculó la media de tres mediciones consecutivas para cada variable, y todas las evaluaciones las realizó el mismo operador experimentado.

El astigmatismo se clasificó en tres tipos: con la regla (WTR):

- Meridiano más pronunciado ( $90^\circ \pm 29^\circ$ )
- Contra la regla (ATR:  $180^\circ \pm 29^\circ$ )
- Oblicuo ( $30^\circ - 60^\circ$  o  $120^\circ - 150^\circ$ ).

Además, la gravedad del astigmatismo corneal se dividió en tres grupos: 0,25 - 1,50 ( $1^\circ$  grupo), >1,50 - 2,99 ( $2^\circ$  grupo) y >3,00 D ( $3^\circ$  grupo).

Se consideró implante de LIO tóricos en ojos con astigmatismo corneal >2,00 D.

### Recolección de datos y análisis estadístico.

Se revisaron las historias clínicas de 646 pacientes quienes cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión, registrando la información obtenida en una base de datos de Excel para Mac v16.53 en tablas de simple y doble entrada. Posteriormente, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, que es una prueba no paramétrica que se utiliza para comparar si hay diferencias estadísticamente significativas entre más de dos grupos independientes, cuando los datos no siguen una distribución normal, lo que permitió dividir a los pacientes en grupos según valores específicos de un parámetro biométrico y la Prueba de Chi<sup>2</sup> para realizar el análisis estadístico. Se utilizaron los Odds Ratios (OR) ajustados junto con los intervalos de confianza del 95 % (IC95 %) fueron reportados.

## RESULTADOS

### Características generales

Para el desarrollo del estudio fue incluido un total de 646 pacientes candidatos a facoemulsificación e implante de LIO, de los cuales 384 (59 %) eran mujeres. La edad de los pacientes fue de  $70 \pm 50$  años. El 58 % de los pacientes se encontraba en el rango de edad entre 50-70 años. En cuanto a la etnia predominó la mestiza (67 %), seguido de la afrodescendiente con un 21 % (Cuadro 1).

### Relación entre parámetros biométricos oculares

En el Cuadro 2, se resume el parámetro biométrico de longitud axial en pacientes candidatos a facoemulsificación e implante de LIO según el sexo. Se observa una distribución significativa de la longitud axial ocular (LAX) según el sexo, lo cual es consistente con los resultados obtenidos en la prueba de Chi-

Cuadro 1. Características sociodemográficas en pacientes candidatos a facoemulsificación.

Características sociodemográficas	
Característica	N = 646
Edad	70 ± 50
<50	17 (3 %)
50-70	374 (58 %)
>70	255 (39 %)
Sexo	
F	384 (59 %)
M	262 (41 %)
Etnia	
Mestizo	434 (67 %)
Afrodescendiente	134 (21 %)
Indígena	78 (12 %)
Media ± DS; n (%)	

Fuente: Historias clínicas de pacientes con catarata que asistieron a una Clínica Oftalmológica de la ciudad de Barranquilla, 2022- 2023.

cuadrado, con una significancia asintótica < 0,001. Los pacientes masculinos presentan una mayor proporción de LAX en el rango más alto (>24,5 mm), mientras que las mujeres tienen una mayor representación en el rango más bajo (<22 mm) (Figura 1). Las diferencias estadísticamente significativas sugieren que el sexo podría ser un factor relevante en la variación de la LAX en esta población. Dichos hallazgos podrían tener implicaciones clínicas importantes.

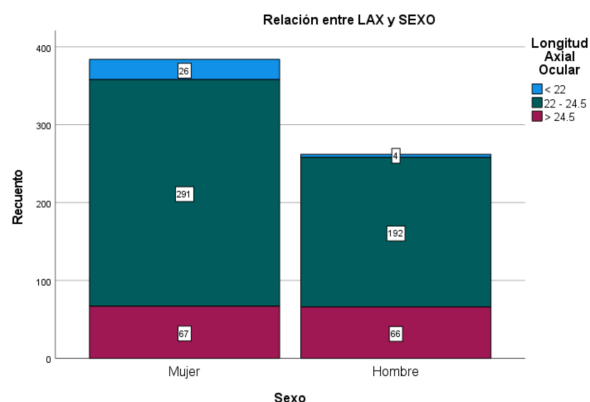


Figura 1. Relación entre LAX y SEXO. Fuente: Historias clínicas de pacientes con catarata que asistieron a una Clínica Oftalmológica de la ciudad de Barranquilla, 2022- 2023.

Además, se analizó la relación de la longitud axial (LAX) con diferentes parámetros biométricos oculares, para ello fue necesario realizar inicialmente una prueba de normalidad y homogeneidad para verificar supuestos y definir una prueba estadística. El no cumplimiento de uno de los supuestos en parte o en su conjunto admite realizar una prueba no paramétrica como la Kruskal-Wallis que permitirá evaluar si hay diferencias estadísticamente significativas en la mediana de ACD, KM, WTW entre las categorías de LAX.

Cuadro 2. Tabla cruzada Sexo\*Longitud Axial Ocular.

			Longitud Axial Ocular			Total	p-value
			< 22	22 – 24,5	> 24,5		
Sexo	Mujer	Recuento	26 (6,8 %)	291 (75,8 %)	67 (17,4 %)	384 (100 %)	0,001
	Hombre	Recuento	4 (1,5 %)	192 (73,3 %)	66 (25,2 %)	262 (100 %)	0,001
Total		Recuento	30 (4,6%)	483 (74,8 %)	133 (20,6 %)	646 (100 %)	

### Relación de la longitud axial (LAX) con ACD

Al encontrarse que todos los P-valor son superiores a 0,05, el supuesto de normalidad no se cumple para la categoría 22-24,5 en la prueba

de Shapiro-Wilk ( $p < 0,001$ ). Por lo tanto, no es apropiado realizar un análisis de varianza de una vía (ANOVA) estándar sino la prueba Kruskal-Wallis.

## ASTIGMATISMO CORNEAL Y SU ASOCIACIÓN CON LA BIOMETRÍA OCULAR

Cuadro 3. Distribución de la Profundidad de la Cámara Anterior (ACD) según las Categorías de Longitud Axial Ocular (LAX) – Análisis mediante Kruskal-Wallis.

	Longitud Axial Ocular (LAX)	N	Rango promedio
Profundidad de la Cámara Anterior (ACD)	< 22	30	178,97
	22 – 24,5	483	313,98
	> 24,5	133	390,66
	Total	646	

Fuente: Historias clínicas de pacientes con catarata que asistieron a una Clínica Oftalmológica de la ciudad de Barranquilla, 2022- 2023

En el Cuadro 3 se observa que, los pacientes con < 22 presentan un rango promedio de 178,97, lo que muestra que este grupo tiene el rango más bajo, indicando que la profundidad de la cámara anterior (ACD) tiende a ser menor en pacientes con longitud axial ocular (LAX) < 22 mm. Mientras que los pacientes con LAX de 22-24,5 presentan un rango promedio de 313,98, lo que indica que este grupo tiene valores intermedios de ACD. Y los pacientes con LAX > 24,5 se identificó un rango promedio de 390,66, que sugiere que la profundidad de la cámara anterior es mayor.

De modo que, hay diferencias estadísticamente significativas en la profundidad de la cámara anterior (ACD) entre las categorías de longitud axial ocular (LAX). Los pacientes con LAX más alta (> 24,5 mm) tienden a tener una profundidad mayor de la cámara anterior, mientras que los pacientes con LAX más baja (< 22 mm) tienen profundidades menores.

### Relación de la Longitud Axial (LAX) según KM (Queratometría Corneal Total)

Se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para evaluar la relación entre LAX y KM (Queratometría Corneal Total). Como se muestra en el Cuadro 4, existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores de Queratometría Corneal Total (KM) entre los grupos de Longitud Axial Ocular (LAX), con un valor de  $H = 64,014$ ,  $gl = 2$ , y  $p < 0,001$ . Los rangos promedio indican que los pacientes con LAX de menor longitud (< 22 mm) presentan los valores más altos de KM (rango promedio = 525,82), mientras que aquellos con LAX de mayor longitud (> 24,5 mm) tienen los valores más bajos de KM (rango promedio = 239,13). Esto sugiere una relación inversa entre la longitud axial ocular y la queratometría corneal total.

Cuadro 4. Distribución de la Queratometría corneal total (KM) según las Categorías de Longitud Axial Ocular (LAX) – Análisis mediante Kruskal-Wallis.

	Rangos Longitud Axial Ocular (LAX)	N	Rango promedio
Queratometría Corneal Total (KM)	< 22	30	525,82
	22 – 24,5	483	334,17
	> 24,5	133	239,13
	Total	646	

Fuente: Historias clínicas de pacientes con catarata que asistieron a una Clínica Oftalmológica de la ciudad de Barranquilla, 2022- 2023

Cuadro 5. Distribución de la Longitud Axial Ocular (LAX) según WTW – Análisis mediante la prueba de Kruskal-Wallis.

	Rangos Longitud Axial Ocular	N	Rango promedio
Blanco a Blanco (WTW)	< 22	30	184,47
	22 – 24,5	483	315,07
	> 24,5	133	385,47
	Total	646	

Fuente: Historias clínicas de pacientes con catarata que asistieron a una Clínica Oftalmológica de la ciudad de Barranquilla, 2022 - 2023.

### Relación de la Longitud Axial (LAX) según WTW (Blanco a Blanco)

Las variables se analizaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis la cual muestra que existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de Blanco a Blanco (WTW) entre las categorías de Longitud Axial Ocular (LAX), un estadístico de prueba  $H = 32,302$ ,  $gl = 2$  y  $p < 0,001$ . Los resultados en el Cuadro 5 indican que los pacientes con LAX < 22 mm tienen los

valores más bajos de WTW (rango promedio = 184,47), mientras que aquellos con LAX > 24,5 mm presentan los valores más altos de WTW (rango promedio = 385,47). Los pacientes en el rango intermedio de LAX (22 – 24,5 mm) muestran valores intermedios de WTW (rango promedio = 315,07). Estos hallazgos reflejan una posible relación entre la longitud axial ocular y el diámetro del Blanco a Blanco, lo que podría tener relación con los tratamientos oftalmológicos.

Cuadro 6. Resultados de la Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) para el Valor de Astigmatismo en Queratometría Curva (KS) y Queratometría Plana (KF) por Categorías.

	Valor Astigmatismo	Estadístico	Shapiro-Wilk gl	Sig.
Queratometría Curva (KS)	0,25 - 1,50	0,992	571	0,004
	> 1,50 - 2,99	0,987	68	0,712
	> 3,0	0,956	7	0,781
Queratometrías Plana (KF)	0,25 - 1,50	0,992	571	0,003
	> 1,50 - 2,99	0,993	68	0,975
	> 3,0	0,959	7	0,808

Fuente: Historias clínicas de pacientes con catarata que asistieron a una Clínica Oftalmológica de la ciudad de Barranquilla, 2022- 2023.

### Relación entre Valores del astigmatismo corneal

La mediana del Kf y Ks entre las categorías del valor del astigmatismo se evaluaron mediante la prueba Kruskal-Wallis. Lo anterior, se desarrolla dado que las variables de valor del astigmatismo son de naturaleza categórica mientras que las

variables Kf y Ks son de naturaleza numérica. Como se observa en el Cuadro 6, los datos de Ks y Kf no siguen una distribución normal en el grupo mayoritario (0,25 - 1,50, con 571 observaciones), aunque sí cumplen con la normalidad en los grupos más pequeños. Dado el tamaño del grupo 0,25 - 1,50 y la falta de normalidad en

esta categoría, los análisis no paramétricos como Kruskal-Wallis son la mejor opción para comparar las distribuciones entre las categorías de valor de

astigmatismo. Con lo anterior, no es necesario aplicar la prueba de homogeneidad dado que el supuesto no se cumple.

Cuadro 7. Distribución de los Rangos Promedio de Queratometría Curva (KS) y Queratometría Plana (KF) según Categorías de Valor de Astigmatismo.

Valor Astigmatismo	N	Rango promedio (KS)	Rango promedio (KF)
0.25 - 1.50	571	327,97	306,97
> 1.50 - 2.99	68	297,79	437,93
> 3.0	7	208,71	560,36
Total	646		

Fuente: Historias clínicas de pacientes con catarata que asistieron a una Clínica Oftalmológica de la ciudad de Barranquilla, 2022- 2023.

El análisis del Cuadro 7 muestra las diferencias en la Queratometría Curva (Ks) y la Queratometría Plana (Kf) entre las categorías de Valor Astigmatismo. Los resultados indican un comportamiento diferencial entre estas variables con respecto al astigmatismo total. En el caso de Queratometría Curva (Ks), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de astigmatismo total. Los rangos promedio fueron de 327,97 para la categoría 0,25 - 1,50, 297,79 para > 1,50 - 2,99 y 208,71 para > 3,0. Aunque se observa una disminución en los valores promedio a medida que aumenta el nivel de astigmatismo, el estadístico de Kruskal-Wallis ( $H = 4,266$ ,  $p = 0,118$ ) sugiere que estas diferencias no son significativas. Esto implica que Ks podría no estar directamente relacionado con los niveles de astigmatismo total en esta muestra. Por su parte, la Queratometría Plana (Kf) mostró diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de astigmatismo. Los rangos promedio fueron de 306,97 para la categoría 0,25 - 1,50, 437,93 para > 1,50 - 2,99 y 560,36 para > 3,0, lo que indica un incremento consistente en los valores de Kf a medida que aumenta el nivel de astigmatismo total. El estadístico de Kruskal-Wallis ( $H = 41,318$ ,  $p < 0,001$ ) confirma esta relación significativa, sugiriendo que Kf es un marcador potencialmente importante para

discriminar entre los niveles de astigmatismo.

En términos generales, los resultados sugieren que mientras Ks no parece estar significativamente asociado con el astigmatismo total, Kf sí presenta una relación clara con este, aumentando con la gravedad del astigmatismo. Esto podría tener implicaciones clínicas importantes, ya que los valores de Kf podrían ser utilizados como un indicador relevante en la evaluación y tratamiento del astigmatismo, especialmente en pacientes con niveles elevados de este.

#### Asociación entre los parámetros biométricos oculares y astigmatismo corneal

Se evaluó la relación entre distintos parámetros biométricos oculares, como la Longitud Axial Ocular (LAX), la Profundidad de la Cámara Anterior (ACD) y el Espesor Corneal Central (CCT), con factores clave en la queratometría y el astigmatismo corneal, mediante la prueba de correlación de Spearman, un método estadístico no paramétrico que permite identificar relaciones entre variables sin asumir normalidad en los datos (Cuadro 8). Los resultados obtenidos permiten determinar cómo estos parámetros influyen en la curvatura corneal (Queratometría Curva - Ks

Cuadro 8. Correlaciones Rho de Spearman entre los Parámetros Biométricos Oculares y el Astigmatismo Corneal.

		Correlaciones Rho de Spearman		
		Queratometría	Queratometrías	Astigmatismo
		Curva	Plana	
Longitud Axial Ocular	Coefficiente de correlación	-0,288**	-0,285**	0,017
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,670
Profundidad de la Cámara Anterior	Coefficiente de correlación	-0,106**	-0,096*	-0,039
	Sig. (bilateral)	0,007	0,015	0,326
Espesor Corneal Central	Coefficiente de correlación	-0,065	-0,069	0,031
	Sig. (bilateral)	0,101	0,080	0,424
Queratometría Curva	Coefficiente de correlación	1,000	0,898**	-0,009
	Sig. (bilateral)		0,000	0,822
Queratometrías Plana	Coefficiente de correlación	0,898**	1,000	0,011
	Sig. (bilateral)	0,000		0,785
Astigmatismo	Coefficiente de correlación	-0,009	0,011	1,000
	Sig. (bilateral)	0,822	0,785	

Fuente: Historias clínicas de pacientes con catarata que asistieron a una Clínica Oftalmológica de la ciudad de Barranquilla, 2022- 2023.

y Queratometría Plana - Kf) y en la severidad del astigmatismo, proporcionando información relevante para la toma de decisiones clínicas en pacientes sometidos a cirugía de cataratas.

Como se observa en el Cuadro 8, los resultados del análisis de correlación de Spearman revelan que la longitud Axial Ocular (LAX) mostró correlaciones negativas y significativas con la Queratometría Curva (Ks) ( $r = -0,288$ ,  $p < 0,001$ ) y la Queratometría Plana (Kf) ( $r = -0,285$ ,  $p < 0,001$ ), lo que indica que, a mayor longitud axial, menor curvatura corneal.

La Profundidad de la Cámara Anterior (ACD) presentó una correlación positiva y significativa con LAX ( $r = 0,227$ ;  $p < 0,001$ ), lo que sugiere que a medida que la longitud axial aumenta, la profundidad de la cámara anterior también lo hace. Además, ACD mostró correlaciones negativas con Ks ( $r = -0,106$ ,  $p = 0,007$ ) y Kf ( $r = -0,096$ ,  $p = 0,015$ ), indicando que una mayor

profundidad de la cámara anterior puede estar asociada con una córnea más plana.

El Espesor Corneal Central (CCT) no mostró correlaciones significativas con la Queratometría ni con el astigmatismo, lo que sugiere que este parámetro no tiene un impacto relevante en la curvatura corneal ni en la presencia de astigmatismo. Mientras que, la Queratometría Curva (Ks) y la Queratometría Plana (Kf) presentaron una fuerte correlación positiva entre sí ( $r = 0,898$ ;  $p < 0,001$ ), lo cual era esperado, ya que ambas miden la curvatura corneal en diferentes meridianos.

Por su parte, el astigmatismo no mostró correlaciones significativas con ninguno de los parámetros biométricos evaluados ( $p > 0,05$ ), lo que sugiere que los factores que influyen en la presencia y severidad del astigmatismo podrían estar relacionados con otras variables no incluidas en este estudio. Estos hallazgos refuerzan la

relación bien establecida entre la longitud axial y la curvatura corneal, mientras que el astigmatismo corneal no parece estar directamente asociado con los parámetros biométricos evaluados.

Dado que el astigmatismo no mostró correlaciones significativas con ninguno de los parámetros biométricos evaluados ( $p > 0,05$ ), se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis, para evaluar si existen diferencias significativas en los parámetros biométricos como LAX,

ACD, CCT, Ks y Kf entre los distintos tipos de astigmatismo (WTR - con regla, ATR - contra regla y Oblicuo) (Cuadro 9). Esta prueba de Kruskal-Wallis permite realizar comparaciones sin asumir normalidad en los grupos. Este análisis es clave para determinar si existe una relación significativa entre las variables biométricas y el tipo de astigmatismo en pacientes sometidos a cirugía de cataratas.

Cuadro 9. Estadísticos de la Prueba de Kruskal-Wallis para los Parámetros Biométricos según el Tipo de Astigmatismo. Estadísticos de prueba<sup>a,b</sup>

	Longitud Axial Ocular	Profundidad de la Cámara Anterior	Espesor Corneal Central	Queratometría Curva	Queratometrías Plana
H de Kruskal-Wallis	1,034	3,100	0,001	1,941	3,087
G1	1	1	1	1	1
Sig. asin.	0,309	0,078	0,981	0,164	0,079

<sup>a</sup>Prueba de Kruskal Wallis

<sup>b</sup>Variable de agrupación: Astigmatismo

Fuente: Historias clínicas de pacientes con catarata que asistieron a una Clínica Oftalmológica de la ciudad de Barranquilla, 2022- 2023.

Los resultados expuestos en el Cuadro 9 indican que ninguna de las variables biométricas evaluadas muestra diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de astigmatismo. En cuanto a la Longitud Axial Ocular (LAX), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de astigmatismo ( $p = 0,309$ ), lo que sugiere que la longitud del ojo no influye directamente en la presencia de un tipo específico de astigmatismo. Respecto a la Profundidad de la Cámara Anterior (ACD) se encontró un valor de  $p = 0,078$ .

En la variable Espesor Corneal Central (CCT) el  $p = 0,981$ , por lo que el grosor corneal no tiene relación con el tipo de astigmatismo. La Queratometría Curva (Ks) y Queratometría Plana (Kf) ( $p = 0,164$  y  $p = 0,079$ , respectivamente), no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de astigmatismo. Lo que sugiere que los parámetros biométricos

oculares evaluados no parecen estar directamente asociados con el tipo de astigmatismo en esta población.

## DISCUSIÓN

En este estudio de carácter retrospectivo, en 646 participantes candidatos a cirugía de catarata, en la que la distribución demográfica predominó el género femenino y la población mestiza, estando el 58 % de pacientes en el rango etario de 50 a 70 años. Estos hallazgos coinciden con Paulo y col. (31) quienes demuestran una mayor prevalencia de catarata en mujeres, atribuido principalmente a la mayor esperanza de vida femenina y a diferencias en la composición biológica y envejecimiento del sistema ocular. En la población colombiana la distribución demográfica fue parecida entre los candidatos

a cirugía de catarata, resaltando un elevado porcentaje de pacientes de edad avanzada y un predominio de la etnia mestiza (31,32). Esta similitud subraya la importancia de los hallazgos de esta investigación y la relevancia de tener en cuenta los elementos demográficos en el diseño y organización de intervenciones quirúrgicas en contextos con diversidad étnica.

Otro de los hallazgos fue que la distribución de la longitud axial ocular (LAX) varía considerablemente de acuerdo con el sexo, demostrando que los pacientes de sexo masculino muestran una proporción superior de LAX en el rango más elevado ( $>24,5$  mm), mientras que las mujeres se enfocaron en valores inferiores ( $<22$  mm). El valor asintótico alcanzado en la prueba de Chi-cuadrado ( $p < 0,001$ ) evidencia que esta discrepancia no es casual y propone que el sexo juega un papel significativo en la determinación de la axialidad del globo ocular. Esto concuerda con estudios mejicanos en los que se analizan las variaciones biométricas entre sexo, y que demuestran que la longitud axial media fue superior en los hombres ( $23,9 \pm 0,99$  mm) en contraste con las mujeres ( $23,3 \pm 0,88$  mm) (32). Estos hallazgos fortalecen la hipótesis de que hay características anatómicas inherentes al género que pueden afectar la medición de la LAX. Esto es importante en el cálculo del poder de la LIO y en la predicción de resultados posoperatorios (33).

Ahora bien, al evaluar la asociación de la longitud axial con otros parámetros biométricos oculares se encontró que la relación de LAX con ACD muestra diferencias estadísticamente significativas en la profundidad de la cámara anterior entre las categorías de longitud axial ocular. Los pacientes con LAX más alta ( $> 24,5$  mm) tienden a tener una profundidad mayor de la cámara anterior, mientras que los pacientes con LAX más baja ( $< 22$  mm) tienen profundidades menores. Esta relación ha sido ampliamente estudiada en el área oftalmológica, porque se entiende que un globo ocular más largo presenta una morfología que favorece una mayor profundidad en la cámara anterior (1). Esta correlación es esencial en el ámbito clínico, dado que la predicción de la posición efectiva del lente intraocular (ELP) y la determinación del poder interceptado de la LIO se basan en

gran parte en una adecuada medición de la ACD junto con la LAX.

Otro parámetro analizado es KM versus LAX, mostrando que los pacientes con LAX  $< 22$  mm presentan rangos promedio de KM (525,82) más elevados, mientras que aquellos con LAX  $> 24,5$  mm exhiben rangos promedio considerablemente más bajos (239,13). Estos resultados sugieren una relación inversa entre la medida de la LAX y la queratometría corneal total, lo que indica que los ojos más cortos tienden a tener córneas más empinadas (mayor poder dióptrico) y, en contraposición, los ojos más largos presentan córneas más planas. Esta relación inversa ha sido reportada en estudios al oeste de China donde encontraron que los ojos con menor longitud axial mostraban una mayor curvatura corneal, lo cual se traduce en valores de KM más altos (1). Además, en un estudio donde se realizó el análisis de datos biométricos en 23 239 ojos, también identificaron que la potencia corneal disminuye conforme aumenta la longitud axial (24). Este hallazgo es coherente con la idea de que la morfología ocular presenta mecanismos compensatorios; es decir, en ojos más cortos se requiere una curvatura más pronunciada para concentrar correctamente la luz en la retina, mientras que en ojos alargados la córnea tiende a ser más plana (15).

La evaluación del comportamiento de las mediciones de queratometría en función del astigmatismo total, analizando la Queratometría Curva (Ks) y Queratometría Plana (Kf), se observó que, mientras los valores de Ks no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de astigmatismo (con rangos promedio de 327,97 en la categoría 0,25–1,50, 297,79 en  $>1,50$ –2,99 y 208,71 en  $>3,0$ , con  $H = 4,266$ ,  $p = 0,118$ ), la medición de Kf sí presentó diferencias marcadas y significativas (rango promedio de 306,97, 437,93 y 560,36 para las mismas categorías, respectivamente, con  $H = 41,318$ ,  $p < 0,001$ ). Estos hallazgos señalan que, en la muestra de 646 pacientes, la Queratometría Plana (Kf) se incrementa de manera sistemática y notable a medida que la gravedad del astigmatismo se intensifica, lo que sugiere que este parámetro podría ser un indicador más preciso y práctico para distinguir entre distintos grados de astigmatismo. En contraste,

los valores de Queratometría Curva (Ks) no parecen mostrar variaciones importantes en la intensidad del astigmatismo, lo que sugiere que la disposición del meridiano curvo de la córnea podría ser menos fluctuante o menos impactada por los procesos que aumentan el astigmatismo. Esta distinción en el comportamiento de Ks y Kf ha sido analizada en el campo oftalmológico. Por ejemplo, Koch y col. (27) estudiaron la influencia del astigmatismo de la superficie posterior en la medición completa de la córnea y argumentaron que la variabilidad en las mediciones de la córnea puede ser afectada de forma diferencial en los diferentes meridianos. Esto apoya la noción de que el meridiano plano (Kf) tiene la capacidad de registrar con mayor exactitud el aumento en la potencia corneal vinculado a niveles más elevados de astigmatismo. Adicionalmente, la distribución de la curvatura corneal, indica que la variabilidad entre los meridianos corneales (anterior y posterior) puede contribuir a entender por qué algunos parámetros reaccionan de manera distinta ante aumentos en el astigmatismo (21). Lo anterior, respalda la hipótesis de que las mediciones separadas del meridiano plano pueden detectar alteraciones más significativas en la morfología corneal vinculadas a la gravedad del astigmatismo.

Desde una perspectiva clínica, estos hallazgos tienen implicaciones importantes porque el aumento notable de Kf con la severidad del astigmatismo indica que los profesionales de la cirugía oftalmológica podrían tener más éxito al momento de planificar la operación de catarata. Una evaluación correcta de Kf facilitaría la optimización del cálculo del poder del lente intraocular y, en consecuencia, mejoraría los resultados postoperatorios, particularmente en pacientes con un alto grado de astigmatismo (34).

En definitiva, los hallazgos de este estudio señalan que, aunque la Queratometría Curva (Ks) no tiene una relación significativa con la gravedad del astigmatismo total, la Queratometría Plana (Kf) muestra una relación directa y relevante, que se incrementa de manera constante a medida que el astigmatismo se intensifica. Esto indica que Kf podría ser un indicador de gran valor para la estratificación de la severidad del astigmatismo y la toma de decisiones clínicas en el marco de la cirugía de catarata (25).

El análisis de la correlación entre estas variables mostró que no existen correlaciones significativas entre el astigmatismo y los parámetros biométricos evaluados, tales como la Longitud Axial Ocular (LAX), la Profundidad de la Cámara Anterior (ACD), el Espesor Corneal Central (CCT), la Queratometría Curva (Ks) o la Queratometría Plana (Kf) ( $p > 0.05$  en todos los casos). Además, al categorizar el tipo de astigmatismo (WTR - con regla, ATR - contra regla y Oblicuo) y comparar estos grupos mediante la prueba de Kruskal-Wallis, no se evidenciaron diferencias estadísticamente relevantes en ninguno de estos parámetros. Al respecto, Hoffmann y col. (24), analizan la complejidad de determinar las causas del astigmatismo y concluyen que, aunque existen relaciones claras entre la longitud axial y la curvatura corneal, la variabilidad del astigmatismo es multifactorial y puede estar influenciada por aspectos no evaluados en estudios tradicionales como es el caso de la contribución del astigmatismo posterior o irregularidades corneales.

Similarmente, el estudio sobre la distribución del astigmatismo corneal posterior en relación con la orientación del astigmatismo anterior, señala que los factores que determinan el astigmatismo son aún más complejos que los parámetros de la superficie corneal evaluados por la queratometría convencional (21). Esto respalda la noción de que el estudio del astigmatismo podría necesitar un análisis más completo, que contemple la valoración de la topografía integral de la córnea, en especial de su parte posterior para explicar de manera apropiada su existencia y gravedad.

Estos hallazgos tienen una serie de implicaciones clínicas, porque permiten una planificación de la cirugía de catarata, ya que la exactitud en la determinación del poder de la lente intraocular (LIO) se basa en gran parte en parámetros como la LAX y la ACD, que tienen una fuerte correlación con la curvatura corneal; no obstante, la falta de correlaciones significativas con el astigmatismo total indica que confiar únicamente en estos indicadores podría resultar insuficiente para tratar la corrección astigmática de forma óptima.

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Las variables sociodemográficas de los 646 pacientes candidatos a cirugía de catarata resultaron ser mayoritariamente del sexo femenino y predominio de la etnia mestiza, que da cuenta de la diversidad de la población atendida en la clínica oftalmológica de Barranquilla. La prevalencia de estas características sugiere una interacción entre la genética y el entorno en la incidencia del astigmatismo en esta región del país.

En cuanto al análisis de los parámetros oculares se pudo identificar diferencias significativas según la medición de la Longitud Axial Ocular (LAX), inicialmente se evidenció que los pacientes masculinos presentaban una mayor proporción de LAX elevadas ( $>24,5$  mm), mientras que las mujeres mostraban una mayor incidencia de LAX menores a 22 mm.

Asimismo, se encontró que el aumento en la LAX se asocia de forma progresiva con una mayor Profundidad de la Cámara Anterior (ACD) y un incremento en el diámetro Blanco a Blanco (WTW), mientras que la Queratometría Total (KM) disminuye, esto corrobora la esperada relación inversa entre la longitud axial y la curvatura de la córnea. Estos hallazgos concuerdan con los fundamentos ópticos y poseen significativas repercusiones para el cálculo y elección de la lente intraocular durante el procedimiento quirúrgico.

La correlación entre parámetros biométricos y el astigmatismo corneal estableció asociaciones significativas entre la LAX y las mediciones de Queratometría (Ks y Kf), evidenciando que, a mayor longitud axial, la curvatura corneal tiende a disminuir. Sin embargo, el astigmatismo corneal total no se asoció de forma significativa con los parámetros biométricos evaluados (LAX, ACD y CCT). No obstante, el análisis por categorías de astigmatismo mostró que la Queratometría Plana (Kf) aumenta significativamente con la severidad del astigmatismo, indicando que este indicador podría ser significativo en el manejo preoperatorio. Por otro lado, la falta de diferencias notables en las variables biométricas entre los tipos de astigmatismo (WTR, ATR y oblicuo) sugiere que la causa del astigmatismo

es multifactorial y podría estar sujeta a factores que no se han considerado en este estudio.

Nuestros hallazgos proporcionan pruebas acerca de la relación entre la biometría ocular y algunos elementos del astigmatismo corneal en pacientes con catarata. Aunque se corrobora el impacto del perfil biométrico en la forma corneal (principalmente mediante la correlación entre LAX, ACD, KM y WTW), el astigmatismo corneal parece ser menos dependiente a estos parámetros, lo que permite sugerir la necesidad de analizar variables adicionales para mejorar la corrección y tratamiento preoperatorio en este grupo de personas.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflictos de interés.

## REFERENCIAS

1. Huang Q, Huang Y, Luo Q, Fan W. Ocular biometric characteristics of cataract patients in western China. *BMC Ophthalmol*. 2018;18(1).
2. Wang S, Du Z, Lai C, Seth I, Wang Y, Huang Y, et al. The association between cataract surgery and mental health in older adults: A review. *Internat J Surg*. 2024;110(4):2300-2312.
3. Cabezas M. Cirugía de cataratas hoy: una actualización. *Rev Méd Clín Las Condes*. 2023;34(5):344-358.
4. Fernández-Vizcaya O, Pacheco-Del Valle C, Velasco-Ramos R, Baca-Lozada O, Alegría-Gómez ED, Avalos-Lara SJ. Incidencia de complicaciones de la cirugía de extracción del lente por incisión pequeña (SMILE). *Rev Mex Oftalmol*. 2020;94(2S):83-29.
5. Natung T, Shullai W, Nongrum B, Thangkiew L, Baruah P, Phiamphu M. Ocular biometry characteristics and corneal astigmatism in cataract surgery candidates at a tertiary care center in North-East India. *Indian J Ophthalmol*. 2019;67(9):1417.
6. Kessel L, Andresen J, Tendal B, Erngaard D, Flesner P, Hjortdal J. Toric Intraocular Lenses in the Correction of Astigmatism During Cataract Surgery. *Ophthalmology*. 2016;123(2):275-286.
7. Song AL, Rizzuti A. Biometría óptica. En: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls, 2025. Disponible en: [https://www.ncbi-nlm-nih.gov/translate.google/books/NBK580549/?x\\_tr\\_sl=en&x\\_tr\\_tl=es&x\\_tr\\_hl=es&x\\_tr\\_pto=tc](https://www.ncbi-nlm-nih.gov/translate.google/books/NBK580549/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=tc)

8. Acosta RCX, Hoffmeister L, Roman R, Comas M, Castilla M. Revisión sistemática de estudios poblacionales de prevalencia de catarata. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2006;81(9):509-516.
9. Hill W, Angeles R, Otani T. Evaluation of a new IOLMaster algorithm to measure axial length. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34(6):920-924.
10. Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R, Peixoto-de-Matos SC, González-Méijome JM, Cerviño A. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35(1):70-75.
11. Gatinel D. Topography and biometry before cataract surgery: what's really needed? *J Cataract Refract Surg*. 2020;393(8).
12. Tang T, Li X, Chen S, Xu Q, Zhao H, Wang K, et al. Long-term follow-up of changes in ocular biometric parameters in orthokeratology lens wearers with relatively large-scale axial length reduction. *Eye and Vision*. 2023;10(1):6.
13. Huang Z, Qi J, Cheng K, Liu S, Zhang K, Du Y, et al. The relationships between lens diameter and ocular biometric parameters: an ultrasound biomicroscopy-based study. *Front Med (Lausanne)*. 2024;10:1306276.
14. Ning X, Yang Y, Yan H, Zhang J. Anterior chamber depth — a predictor of refractive outcomes after age-related cataract surgery. *BMC Ophthalmol*. 2019;19(1):134.
15. Aziz JHF, Elghazawy RMF, Elawamry AI, Zaki RG. Correlation between axial length and anterior chamber depth in eyes with high, low and average axial length. *QJM: An International J Med*. 2020;113(Supplement\_1):hcaa058.012.
16. Ji C, Yu J, Li T, Tian L, Huang Y, Wang Y, et al. Dynamic curvature topography for evaluating the anterior corneal surface change with Corvis ST. *Biomed Eng Online*. 2015;14(1):53.
17. Yoon JJ, Misra SL, McGhee CN, Patel DV. Demographics and ocular biometric characteristics of patients undergoing cataract surgery in Auckland, New Zealand. *Clin Exp Ophthalmol*. 2016;44(2):106-113.
18. Arriola-Villalobos P, Burgos-Blasco B, Fernández-Vigo JI, Ariño-Gutiérrez M, Burgos-Blasco P, Carmona-González D, et al. Biometry data and prevalence of corneal astigmatism in caucasian spanish candidates for cataract surgery. *J Fr Ophtalmol*. 2021;44(1):76-83.
19. Storino González V. Caracterización del astigmatismo corneal anterior y posterior y factores asociados al astigmatismo corneal posterior con la regla. 2024; Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12749/27833>
20. Ventura BV, Wang L, Weikert MP, Robinson SB, Koch DD. Surgical management of astigmatism with toric intraocular lenses. *Arq Bras Oftalmol*. 2014;77(2):125-131.
21. Miyake T, Shimizu K, Kamiya K. Distribution of Posterior Corneal Astigmatism According to Axis Orientation of Anterior Corneal Astigmatism. *PLoS One*. 2015;10(1):e0117194.
22. Kristina Mihic, Chris C Hull, Manbir Nagra, Byki Huntjens. Inter-eye asymmetry in corneal topography and classification of corneal astigmatism. 2020;61(7).
23. Collier Wakefield O, Annoh R, Nanavaty MA. Relationship between age, corneal astigmatism, and ocular dimensions with reference to astigmatism in eyes undergoing routine cataract surgery. *Eye*. 2016;30(4):562-569.
24. Hoffmann PC, Hütz WW. Analysis of biometry and prevalence data for corneal astigmatism in 23 239 eyes. *J Cataract Refract Surg*. 2010;36(9):1479-1485.
25. Belovari Višnjić M, Zrinščak O, Barišić F, Iveković R, Novak Lauš K, Mandić Z. Astigmatism and diagnostic procedures. *Acta Clin Croat*. 2012;51(2):285-288.
26. Liu T, Thibos LN. Variation of axial and oblique astigmatism with accommodation across the visual field. *J Vis*. 2017;17(3):24.
27. Koch DD, Ali SF, Weikert MP, Shirayama M, Jenkins R, Wang L. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg*. 2012;38(12):2080-2087.
28. Hashemian SJ, Hashemian SM, Karimian F, Hadavandkhani A, Jafari ME, Hashemian MS, et al. Ocular Biometric Values and Prevalence of Corneal Astigmatism in Patients Candidate for Cataract Surgery. *J Curr Ophthalmol*. 2022;34(1):56-59.
29. Arup B, Abhishek D, Rohit S, Sri G, Somasheila M. Optimization of astigmatism management in cataract surgery. *Indian J Ophthalmol*. 2017;65(12):1301-1310.
30. Zhang Z, Mu J, Wei J, Geng H, Liu C, Yi W, et al. Correlation between refractive errors and ocular biometric parameters in children and adolescents: S systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol*. 2023;23(1):472.
31. Lyle WA, Jin GJ. Phacoemulsification with intraocular lens implantation in high myopia. *J Cataract Refract Surg*. 1996;22(2):238-242.
32. Paulo JD, Hurtado LS, Donado-Gómez JH, González-Lopera N. Caracterización de los parámetros biométricos oculares de pacientes colombianos candidatos a cirugía de catarata. *Revista de la Facultad de Medicina*. 2021;69(2):e78870.
33. Rey-Rodríguez DV, Álvarez-Peregrina C, Moreno-Montoya J, Ramírez-Arcos DP, Tovar-Oviedo FL. Diferencias en los componentes biométricos oculares entre hombres y mujeres. *Rev Mex Oftalmol*. 2022;96(4):155-161.
34. Qiang F, Hernández Silva JR, Wang J, Hernández Ramos H, Ramos López M. Control de la progresión del astigmatismo en la facoemulsificación. *Rev Cubana Oftalmol*. 2021;34(2).