

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS



**“COMPARACIÓN DE LA MEDICIÓN QUERATOMÉTRICA A  
TRAVÉS DEL QUERATÓMETRO MANUAL VERSUS EL  
QUERATÓMETRO AUTOMATIZADO”.**

**MARIA ELEODORA BORRAYO MORALES**

**MEDICA Y CIRUJANA**

Guatemala, julio de 2002

## **INDICE.**

I	INTRODUCCIÓN	1
II	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
III	JUSTIFICACIÓN	4
IV	OBJETIVOS	6
V	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	7
VI	MATERIAL Y METODOS	17
VII	CAPACITACION	25
VIII	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	41
IX	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	46
X	CONCLUSIONES	49
XI	RECOMENDACIONES	50
XII	RESUMEN	51
XIII	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	53
XIV	ANEXOS	56

## **I. INTRODUCCIÓN.**

La queratometría es la técnica por medio de la cual se mide la curvatura de la córnea en su zona apical, siendo ésta utilizada únicamente en superficies esféricas. Para dicha medida se utiliza el queratómetro, del cual existen dos tipos, el manual y el automatizado.

Esta medida es una de las técnicas diagnósticas más utilizado por el médico oftalmólogo y un error en el resultado del mismos, nos dará por consiguiente una mala rehabilitación visual del paciente, por lo cual es importante que exista un estudio con nuestra población que determine la exactitud de resultados y los tiempos requeridos para cada una de las queratometrías utilizando uno u otro aparato.

El presente trabajo consta de las siguientes fases:

Recopilación de material bibliográfico y capacitación del tesista en el manejo de las queratometrías manual y automatizadas, haciendo una comparación interobservador e intraobservador para determinar la confiabilidad en el resultado de las mediadas de las queratometrías tomadas por el tesista.

El trabajo de campo, en el cual se procedió a medir las queratometrías de todo paciente de doce años o más que consultaron a la clínica de diagnóstico del Hospital de ojos y oídos “Dr. Rodolfo Robles V.”, en el período del dos de mayo al veintiocho de junio del año dos mil dos excluyendo aquellos con patología y antecedente de cirugía corneal.

Y por último se presentan los resultados, conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron.

## **II. DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA.**

La queratometría, es aplicable estrictamente sólo a superficies esféricas; siendo la técnica que se utiliza para medir los radios corneales de los meridianos principales de la córnea. Dicha medida se realiza en la zona apical. (1, 2, 3, 6)

El queratómetro nos presenta como objeto una o dos miras (dependiendo del modelo) que serán reflejadas en la córnea formando una imagen virtual. (1, 6)

Con un queratómetro sólo podemos medir los 3 mm apicales de la córnea con lo que las medidas dadas corresponderán a la zona del ápex corneal. (1, 6)

La queratometría es una de las medidas bastante utilizadas en oftalmología y muy importante para el tratamiento y rehabilitación oftalmológica; ésta puede realizarse a través de dos tipos de queratómetros: el manual y el automatizado; los cuales presentan el mismo principio físico de medición el cual consiste en la comparación de las imágenes de Purkinje. Pero con el queratómetro manual el oftalmólogo necesita localizar los meridianos, enfocar las imágenes, medir los diámetros y luego anotar los resultados, mientras que con el automatizado, el oftalmólogo únicamente enfoca la imagen y obtiene los resultados impresos, dados por el aparato. Siendo el costo de éstos alrededor de \$ 10,000.00 el automatizado y de \$3,000.00 para el manual. (1, 2, 6, 20)

Entre sus usos se pueden mencionar; medida para el cálculo del lente intraocular, determinación del astigmatismo y como medida para determinar el lente de contacto. (1, 2, 6).

Como toda medida, un error en su medición nos dará como resultado un mal tratamiento y rehabilitación oftalmológica para los pacientes a quienes se les realiza. Por lo que se decide realizar este estudio comparando la medición de ambos queratómetros, para tener la certeza de que ambos nos darán el mismo resultado y por lo tanto el uso de cualquiera de ellos en bueno y exacto. (1, 2, 6, 20)

### **III. JUSTIFICACIÓN.**

La queratometría es la medida de la curvatura de la córnea en su zona apical, realizada a través del queratómetro; y por medio de la cual el oftalmólogo se basa para el cálculo del lente de contacto, determinación del astigmatismo y como medida para el cálculo del lente intraocular entre su usos más importantes.

En la clínica de diagnóstico del Hospital de ojos y oídos “Dr. Rodolfo Robles V.”, la frecuencia de queratometrías al año es aproximadamente de 960, siendo de éstas un 75% automatizadas y un 25% manuales.

Teóricamente ambos queratómetros nos darán el mismo resultado de la curvatura corneal, pero sabiendo que es uno de los exámenes más utilizados, de gran importancia para el oftalmólogo y que la diferencia en costos es bastante marcada, se plantea el presente trabajo con el objeto de comparar ambas mediciones esperando que los resultados sean iguales, pues si hubiese alguna variación en los mismos puede conllevar a errores en el tratamiento y por ende rehabilitación óptica que se le proporciona a los paciente; como por ejemplo una medida errónea del calculo del lente intraocular, del astigmatismo y del lente de contacto.

Entre los factores que pueden influir en la desigualdad de resultado, se encuentra: una mala calibración de cualquiera de los aparatos, deficiente capacitación técnica en el manejo de los mismos, poca colaboración del paciente, mala posición del paciente al realizarle el estudio, inadecuada fijación de ojo, parpadeo muy frecuente, etc.

Debido a que en nuestro país no existe un estudio sobre éste problema, se decide realizar la comparación en la medición queratométrica a través del queratómetro manual versus el automatizado en el período del 02 de mayo al 29 de junio del año dos mil dos.

Con dicho estudio se espera determinar la igualdad de resultados de ambos queratómetros y el lapso de tiempo que se utiliza para realizar el procedimiento con cada aparato, viéndose beneficiados así: el paciente, pues el tratamiento y rehabilitación que se le proporcione será el adecuado y correcto; y el oftalmólogo e instituciones oftalmológicas, pues tendrán la certeza y exactitud en resultados utilizando indistintamente cualquiera de los queratómetros, así como la seguridad en rapidez y factibilidad, sobre todo cuando se utilice en poblaciones grandes.

#### **IV. OBJETIVOS.**

##### **A. - GENERAL:**

Comparar la medición queratométrica realizada por medio del queratómetro manual versus el queratómetro automatizado, en todos los pacientes que consultan a la clínica de diagnóstico del Hospital de ojos y oídos “Dr. Rodolfo Robles V.”, en el período del 02 de mayo al 29 de junio del año dos mil dos.

##### **B. - ESPECÍFICOS:**

1. Determinar la medición queratométrica a través del queratómetro manual.
2. Determinar la medición queratométrica a través del queratómetro automatizado.
3. Determinar el tiempo expresado en segundos necesario para realizar una queratometría manual y obtener su valor queratométrico.
4. Determinar el tiempo expresado en segundos necesario para realizar una queratometría automatizada y obtener su valor queratométrico.
5. Describir características de persona como edad y sexo de la población en estudio.

## V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### A. **EL OJO.**

#### 1. **Anatomía ocular.**

El ojo tiene forma esférica, un diámetro aproximado de 24 mm y un peso de 7.5 g. Entre los anexos del ojo se encuentran: los párpados (superior e inferior), las pestañas, las cejas, la glándula lagrimal, vías lagrimales y la órbita con su contenido. (19)

Cuenta con tres cámaras: - Cámara anterior en la cual se halla el ángulo para el drenaje del humor acuoso, - Cámara posterior en la cual se encuentran los cuerpos ciliares y - La cámara vítrea ocupada por el cuerpo vítreo. (12, 19)

#### a. **Capas o paredes del ojo:** (12, 19)

- ii. Capa exterior o Túnica fibrosa, compuesta por:
  - La esclerótica y
  - La córnea
  
- iii. Capa media o Túnica vascular, compuesta por:
  - El iris
  - Cuerpo ciliar
  - Coroides
  
- iv. Capa interna o Túnica nerviosa, compuesta por:
  - La retina

### **b. Contenido del globo ocular:**

Está constituido por los órganos y medios transparentes o refringentes que la luz atraviesa para llegar a la retina convergiendo los rayos en un punto exacto de ésta.

Entre éstos medios y órganos transparentes están: - Lente (el cristalino), - El cuerpo vítreo y - Las cámaras del ojo con el humor acuoso. (12, 19)

Cualquier opacidad o alteración de la transparencia, en cualquiera de estos medios, repercute negativamente en el proceso visual ya que interfiere con el paso de los rayos luminosos hasta la retina. (19)

### **2. La córnea:**

Es una membrana transparente. Se distinguen en ella: una cara anterior, convexa y lisa y una cara posterior cóncava, que constituye la pared anterior de la cámara anterior del bulbo ocular y una circunferencia unida a la esclerótica a nivel del limbo de la córnea. (3, 12, 14, 19, 22)

Los radios de la córnea anterior y posterior, son de 7.8 mm y 7 mm respectivamente, el grueso de la periferia es de 1 mm, en el centro de 0.6 mm y viendo la córnea desde el frente consta de un diámetro vertical de 12 mm y un horizontal de 11 mm. Los radios usualmente varían en sus diferentes meridianos, en algunos muy marcadamente; es a esto a lo que se le llama astigmatismo. (3, 12, 19, 22)

Está compuesta de cinco capas: (3, 12, 14, 19, 22)

- a. El epitelio
- b. La capa de Bowman
- c. La estroma
- d. La membrana de Descemet
- e. El endotelio

Actúa como una lente transparente, protectora y refringente a través de la cual pasan los rayos luminosos hacia la retina. Tiene una alta capacidad de regeneración y cicatrización y un intenso metabolismo. Es uno de los tejidos con mayor sensibilidad de todo el organismo. También tiene una función de sostén. No tiene vasos sanguíneos pero está ricamente innervada. (3, 12, 14, 19, 22)

## **B. OPTICA GEOMÉTRICA:**

En esta sección se determina como se produce una imagen usando una luz y cómo se pueden manipular éstas imágenes de acuerdo a su tamaño, brillo y localización. (1, 2)

### **1. Características de la imagen:**

#### *a. Magnificación transversa:*

Corresponde a la altura de la imagen respecto a la altura del objeto. Por conveniencia, la altura del objeto (o imagen) es positiva cuando el punto está debajo de la axisa óptica y negativa cuando el punto se encuentra por arriba de la axisa. En óptica, el término magnificación se refiere a que la imagen se haga larga o pequeña con respecto al objeto. (1, 2, 6)

Cualquier sistema óptico cuenta con un punto nodal. Este se encuentra siempre sobre la axisa óptica. Para cualquier punto objeto, existe un único rayo que pasa a través de éste punto nodal. La propiedad esencial del punto nodal es que estos dos ángulos son iguales para el objeto y la imagen (1, 2, 6)

*b. Localización de la imagen:*

Es la característica de la imagen más importante. Los errores refractarios ocurren cuando la imagen formada por la media ocular no está localizada sobre la retina. La localización de la imagen es específica para una distancia entre algunos puntos de referencia asociados con el sistema óptico y la imagen. (1, 2)

Cuando la imagen se encuentra a la derecha del punto de referencia, la distancia de la imagen es positiva, y cuando la imagen se encuentra a la izquierda del punto de referencia la distancia es negativa. (1, 2 6)

*c. Profundidad del foco:*

Es la característica en la cual la imagen permanece punteada respecto a una pequeña región. El tamaño de ésta región representa la profundidad del foco, la cual puede ser pequeña o larga dependiendo de distintos factores.

*d. Calidad de la imagen:*

Al examinar cuidadosamente se puede observar que algunos detalles en los objetos no son reproducidos en la

imagen. Fundamentalmente la pérdida de detalles ocurre porque los puntos del objeto y la imagen no son puntos perfectos. Un punto perfecto de la imagen obtenido de un punto del objeto es llamado imagen astigmática. (1, 2, 6)

*e. Brillo e irradiación:*

El brillo se describe como la percepción visual es decir, la respuesta del sistema nervioso a la luz que entra al ojo. La percepción individual del brillo depende no solo de la cantidad de luz que llega a la retina, sino también de muchos otros factores como el grado de adaptación a la oscuridad, la presencia de patología, etc. La irradiación es puramente una medida física de la cantidad de luz por unidad de área de una imagen. (1, 2, 6)

## **2. Propagación de la luz:**

*a. Media óptica e índice de refracción:*

Un medio es cualquier material que transmite la luz. La luz puede pasar a través de varios medios como el aire, vidrio, plástico, líquidos, cristales y algunos tejidos biológicos, el vacío del espacio y algunos metales. (1, 2)

La luz viaja a diferentes velocidades en distintos medios. Se mueve muy rápidamente a través del vacío y lento a través de cualquier material. El índice de refracción es designado matemáticamente como "n". Este siempre es igual o mayor a 1. Con esto se puede obtener el índice de refracción por medio de la siguiente fórmula:

$n = \text{velocidad de la luz en el vacío} / \text{velocidad de la luz en el medio. (1, 2)}$

El índice de refracción sólo varía con la temperatura y la presión barométrica, pero estos cambios usualmente son bastante pequeños que se ignoran. (1, 2, 8)

El índice de refracción de algunos medios son los siguientes: en el aire, 1.000, en el agua, 1.333, córnea, 1.376, humor acuoso y vítreo, 1.336, etc. (1, 26)

*b. Interfases ópticas:*

El límite de separación de dos diferentes medios ópticos es llamado una interfase óptica. Típicamente cuando la luz pasa una interfase, alguna luz es transmitida a través de la interfase, otra es reflejada y alguna otra es absorbida por la interfase. (1, 2, 6, 8)

*c. Refracción de los rayos de luz en la interfase entre dos medios con índices de refracción distintos:*

El único efecto que se produce en las ondas de luz que atraviesan dos medios con índice de refracción distintos es la disminución de la velocidad de propagación y el acortamiento de su longitud de onda. La desviación de los rayos de luz al atravesar una interfase inclinada se conoce como refracción. El grado de refracción se incrementa en función de: i) el cociente entre los dos índices de refracción de los dos medios transparentes, y ii) el grado de angulación entre la interfase y el medio de la onda que penetra. (1, 2, 8)

### 3. Dioptría prismática:

Esta es definida como la cantidad de desviación producida por un rayo de luz a través de un prisma. La capacidad de un prisma de producir una línea aparentemente desplazada un centímetro de un objeto situado a un metro de distancia. Esta desviación es determinada en centímetros, de la desviación medida a 100 cms del prisma. El cálculo de la dioptría prismática se determina con la siguiente fórmula. (1, 2, 8, 22)

$$\Delta = n \times D.$$

$\Delta$  = dioptría prismática  
 $n$  = cm  
 $D$  = dioptría.

### **C. LA QUERATOMETRÍA.**

Es la técnica para medir los radios y meridianos corneales, la cual se realiza en la zona apical de la misma. Es la medida de la curvatura anterior de la córnea de los 4 mm centrales de ésta. (1, 2, 6, 7, 20, 24)

Entre los usos que se le pueden mencionar a la queratometría se encuentra: la determinación del astigmatismo, ayuda a la determinación del apropiado lente de contacto y como medida para el cálculo del lente intraocular. (5, 6, 10, 11, 13, 14,15)

La queratometría puede obtenerse a través de dos tipos de queratómetro, el manual y el automatizado. (1, 6, 20)

## **1. El Queratómetro:**

El queratómetro nos presenta como objeto una o dos miras (dependiendo del modelo) que serán reflejadas en la córnea formando una imagen virtual. Dicha imagen será posteriormente captada por un sistema de observación que nos permitirá medir el tamaño relativo de las imágenes. (20)

### **a. Queratómetro manual:**

Es un instrumento que se utiliza para medir la curvatura anterior de la córnea en su zona apical. El principio por el cual el instrumento mide la curvatura es al determinar exactamente la medida de una imagen reflejada sobre la superficie de la córnea. (1, 2, 6)

La exactitud en la medida de la imagen, generó en la antigüedad un problema, ya que es imposible la inmovilización completa del ojo vivo al estar bajo observación de la imagen. Por lo que se tubo que utilizar el principio de la visión doble, con la cual la imagen es doble por refracción a través de un prisma, con lo cual se ajusta el eje inferior de una imagen para que coincida con el eje superior de la otra, entonces si el ojo se mueve durante el proceso, ambas imágenes se mueven juntas, y por lo tanto, el problema es resuelto. (1, 2, 6, 25, 26)

La córnea tiene tres superficies de refracción: i) aire - lágrima, ii) lágrima - córnea y iii) córnea – humor acuoso; sólo la primera es medida por éste instrumento. La córnea con un radio de la curvatura anterior de 7.5 mm corresponde a +44.8 D. Debido a que éste valor es casi + 45 D, la conversión de factores se estandariza a 0.3375 lo cual es 7.5 mm del radio de la curvatura lo cual corresponde exactamente a + 45 D. (1, 2, 25)

Una exactitud de 0.25 D con el queratómetro requiere un enfoque exactamente en la imagen reflejada y la determinación precisa de su tamaño. El elemento crítico que permite ésta exactitud son cuatro aberturas en el sistema óptico. Las dos aberturas verticales crean una sola imagen simple cuando la imagen esta perfectamente enfocada. La tercera y cuarta abertura tienen prismas ajustable verticales y horizontes, los cuales producen dos imágenes adicionales. Los prismas se ajustan al calibrarse para los varios radios de la curvatura de la córnea, a un punto del extremo donde las marcas cruzadas de las miras se alinean entre sí, con lo cual una curvatura de la córnea desconocida puede ser determinada al encuadrar las miras y leyendo el radio de la curvatura de los diales de ajuste del prisma. (1, 2, 4, 6, 11)

**b. Queratómetro automatizado:**

El queratómetro automatizado enfoca la imagen de la córnea reflejada hacia un dispositivo foto sensitivo electrónico que al instante graba el tamaño y computa el radio de curvatura. Ningún dispositivo doble se necesita porque la medida puede hacerse más rápida que el movimiento del ojo. El dispositivo también mide el tamaño de la imagen en muchos meridianos y entonces computa el ángulo de los dos meridianos mayores, así como el poder en esos meridianos. Utiliza además luz infrarroja invisible, lo cual elimina la luz intensa y molesta utilizada en el queratómetro manual. (1, 2, 6, 7, 9, 11, 17, 23)

Este aparato utiliza una luz circular como fuente para la medición. Una imagen en la córnea es reflejada sobre la posición del detector localizado alrededor el eje óptico. El sistema óptico

proporciona tres marcas de fijación, una en el centro, una sobre el lado temporal y una sobre el lado nasal en ángulo de alrededor de 10 grados. La medida puede ser hecha inmediatamente. (1, 2, 16, 18 19, 24)

## **VI. MATERIAL Y METODOS.**

### **A.- METODOLOGÍA:**

#### **1. - Tipo de estudio:**

- Descriptivo, transversal.

#### **2. - Sujeto de estudio (u objeto o material de estudio):**

La medición queratométrica de ambos ojos de cada paciente a través del queratómetro manual y automatizado.

#### **3. - Población o muestra del estudio:**

Todo paciente que consultó a la clínica de diagnóstico del Hospital de Ojos y Oídos “Dr. Rodolfo Robles V.”, en el período del 02 de mayo al 28 de junio del año dos mil dos.

Tomando en cuenta el universo de 2,011 pacientes que consultaron en el año dos mil uno, para el período comprendido en los meses de abril y mayo se reportaron 360 pacientes lo cual se espera sea similar para el mismo período en el año dos mil dos.

#### **4. - Criterios de inclusión y exclusión:**

##### **INCLUSIÓN:**

- Todo paciente igual o mayor de 12 años.

##### **EXCLUSIÓN:**

- Pacientes con patología corneal
- Pacientes con antecedentes de cirugía de córnea.

## 5. - Variables estudiadas:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO	ESCALA DE MEDICION
Edad	Tiempo que una persona ha vivido. Cada uno de los períodos de la vida humana.	Años de vida expresados por el paciente.	Numérica	Años cumplidos
Sexo	Clasificación de los hombres o mujeres, teniendo en cuenta numerosos criterios, entre ellos las características anatómicas y cromosómicas.	Clasificación de pacientes según sean hombres o mujeres.	Nominal	Femenino o masculino
Medición queratométrica manual	Medida del radio de la curvatura de la córnea en su zona apical a través de un queratómetro manual.	Valor del radio de la curvatura de la córnea por medio del queratómetro manual.	Numérica	Dioptías prismáticas
Medición queratométrica automatizada	Medida del radio de la curvatura de la córnea en su zona apical a través de un queratómetro automatizado.	Valor del radio de la curvatura de la córnea por medio del queratómetro automatizado.	Numérica	Dioptías prismáticas
Tiempo de evaluación	Relación establecida entre dos o más fenómenos o sucesos, mediante lo cual se determina si han sido simultáneas o sucesivos.	Segundos medidos por cronómetro que se utilicen para realizar la queratometría manual y automatizada. <sup>1</sup>	Numérica	Segundos

<sup>1</sup> El operador está entrenado en el manejo de ambos queratómetros y el paciente está enterado por explicación previa del procedimiento que se le va a realizar.

**6. - Instrumentos de recolección y medición de las variables o datos:**

- Boletas de recolección de datos
- Queratómetro manual
- Queratómetro automatizado
- Cronómetro

**7. - Ejecución de la investigación:**

Estudio realizado en la clínica de diagnóstico del Hospital de Ojos y Oídos “Dr. Rodolfo Robles V.”, en el período del 02 de mayo al 28 de junio del año dos mil dos.

**Etapas:**

- Selección del tema de investigación  
En el período del 11 al 15 de febrero del año en curso.
- Elección del asesor y revisor.  
Lo cual se realizó a través de mi persona, teniendo como asesor al Dr. Carlos Taracena, oftalmólogo del Hospital de Ojos y Oídos “Dr. Rodolfo Robles V.”, y revisora la Dra. Hany De Alfaro, catedrática de USAC, en el período del 11 al 15 de febrero del año en curso.
- Recopilación de material bibliográfico  
Lo cual se realizó por mi persona, obteniendo material bibliográfico en biblioteca del Hospital de

ojos y oídos “Dr. Rodolfo Robles V” y la Facultad de Medicina de la USAC,

- Elaboración del proyecto conjuntamente con asesor y revisor, en el período del 11 al 25 de febrero del año en curso.

- Aprobación del tema

El tema seleccionado, fue aprobado por Dr. Mazariegos, docente de la unidad de tesis.

- Realización de protocolo

Luego de ser aprobado el tema, se inició la realización del protocolo por mi persona, el cual se llevó al Hospital de Ojos y Oídos “Dr. Rodolfo Robles V.”, para su aprobación, durante el período del 4 de marzo al 18 de marzo, asesorado por Dr. Carlos Taracera y revisada por Dra. Hany De Alfaro.

- Capacitación a mi persona sobre el uso de los queratómetros manual y automatizado, la cual fue realizada por Dr. Gonzalo Agudelo B. Oftalmólogo, Jefe de la Unidad de Diagnóstico del Hospital de Ojos y Oídos “Dr. Rodolfo Robles V.”, durante el período del 09 al 30 de abril del año en curso.

La capacitación incluyó:

- 1) Temas estudiados: Anatomía ocular, óptica geométrica, queratometría y técnicas de ambas queratometrías.

- 2) Explicación práctica de la técnica para la toma de la queratometría con ambos queratómetros, impartido por Dr. Gonzalo Agudelo B., el día 09 de abril.
  - 3) Ejemplos prácticos sobre la toma de la queratometría con ambos aparatos, el día 09 de abril.
  - 4) Toma de queratometría realizada por mi persona y el Dr. Gonzalo Agudelo B. a todo paciente que consultó a la clínica de diagnóstico, tomando en cuenta para dicho procedimiento los criterios de inclusión y exclusión antes descritos. Durante el período del 09 al 30 de abril, exceptuando los fines de semana.
  - 5) Se utilizaron los métodos estadístico de “Análisis de varianza” y “ANOVA”, con lo que se comparó las mediciones interobservador e intraobservador utilizando una alfa de 0.05.
- Aprobación de protocolo  
El protocolo fue aprobado por Dr. Mazariegos, docente de la Unidad de Tesis el día 18 de marzo.
  - Ejecución del trabajo de campo  
El trabajo de campo dio inicio con la toma de queratometrías, llevándolas a cabo en forma personal (exceptuando el paso 1) cumpliendo con el siguiente procedimiento.

1. Calibración de ambos queratómetros, por Dr. Gonzalo Agudelo B. Jefe de la Unidad de Diagnóstico de Hospital de Ojos y Oídos “Dr. Rodolfo Robles V.”. Cada semana.
  2. Obtención de datos generales de paciente
  3. Consentimiento del paciente para utilizar sus datos en el estudio.
  4. Explicación e instrucción al paciente sobre los pasos del procedimiento, la posición en la cual se coloca para toma de la queratometría y los errores que pueden presentarse si no sigue al pie de la letra las instrucciones que se les da.
  5. Toma de queratometría por medio de queratómetro manual y seguido de esto.
  6. Toma de queratometría por medio de queratómetro automatizado.
  7. Transcripción de resultados a boleta de recolección de datos
  8. Archivo de datos
  9. Tabulación y análisis de resultados
  10. Presentación de resultados.
- Realización de informe final
- Una vez concluido el trabajo de campo se procedió a la realización del informe final,

asesorado por Dr. Carlos Taracena y revisado por Dra. Hany De Alfaro.

- Aprobación de informe final
- Elaboración de Tesis

Realizado por mi persona y asesorado por Dr. Carlos Taracena y revisado por la Dra. Hany De Alfaro.

- Aprobación de Tesis

La tesis fue aprobada por docente de la Unidad de Tesis.

- Impresión de tesis

Realizado por la imprenta seleccionada.

- Examen público de defensa de la tesis.

## **8. Presentación de resultados y tipo de tratamiento estadístico:** (Ver anexo No. 2)

Se utilizó estadística descriptiva como, promedios, frecuencias y porcentajes, los cuales fueron presentados en cuadros y gráficas.

Para establecer si existe una diferencia significativa de las mediciones entre el queratómetro manual y automatizado se utilizó el método estadístico ANOVIA a un alfa de 0.01.

Dentro de la medición de ambas queratometrías fue válida una variación de 0.5 dioptrías.

## **B. RECURSOS:**

### 1. Materiales:

- Hospital de Ojos y Oídos “Dr. Rodolfo Robles V:”
- Clínica de Diagnóstico
- Boletas de recolección de datos
- Computadora
- Queratómetro manual
- Queratómetro automatizado
- Bibliotecas: Facultad de Medicina de USAC, Hospital de Ojos y Oídos “Dr. Rodolfo Robles V.”, INCAP.

### 2. Humanos:

- Personal de clínica de Diagnóstico de Hospital de Ojos y Oídos “Dr. Rodolfo Robles V.”.
- Mi persona
- Dr. Gonzalo Agudelo (Supervisor de trabajo de campo).

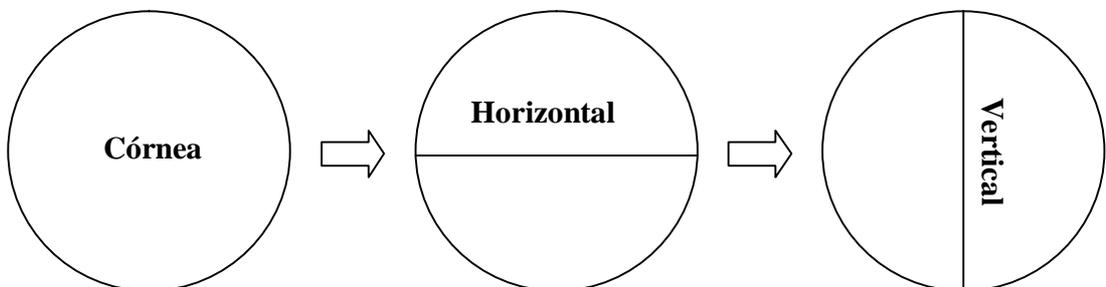
**VII. CAPACITACION DE TESISTA EN EL MANEJO**  
**DE**  
**QUERATÓMETRO MANUAL Y AUTOMATIZADO.**

**CAPACITACIÓN:**

Es el período en el cual el tesista, fue entrenado sobre el uso y manejo del queratómetro manual y automatizado.

Para esta capacitación el tesista, fue previamente informado y capacitado con literatura sobre la anatomía ocular, fundamentos físicos de refracción, dioptrías prismáticas, el queratómetro manual y automatizado, técnicas de ambas queratometrías, patologías y cirugías corneales.

La queratometría, es la técnica que se utiliza para medir la curvatura de la córnea en su zona apical. Para obtener dicha medida, la córnea es dividida en dos planos, uno vertical y uno horizontal, los cuales son nombrados como K1 y K2. Estas dos medidas corresponden a K1 la medida menor y a K2 la medida mayor indistintamente que sean vertical u horizontal.



Esta capacitación fue asesorada por los Drs. Carlos Taracena oftalmólogo y Gonzalo Agudelo oftalmólogo, Jefe de la Unidad de Diagnóstico del Hospital de ojos y oídos, Dr. Rodolfo Robles V y revisada por la Dra. Hany De Alfaro, catedrática de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

**Objetivo de la capacitación:**

Capacitar al tesista en el manejo del queratómetro manual y automatizado con el fin de asegurar la confiabilidad interobservador e intraobservador.

**Tiempo de capacitación:**

El tiempo de capacitación se inició el 09 de abril y concluyó el 30 de abril.

**Población:**

Se tomó a todo paciente de doce años o mayor que consultaron a la Clínica de Diagnóstico del Hospital de ojos y oídos “Dr. Rodolfo Robles V.”, exceptuado aquellos que presentaban patología y antecedente de cirugía corneal. Tomando en cuenta que cada ojo es considerado como un dato separado.

**Calibración de los queratómetros:**

Esta calibración fue realizada por Dr. Gonzalo Agudelo, cada semana, a través de esferas físicamente y geométricamente determinadas con medidas para la calibración

de ambos queratómetros. Se usaron las esferas LENSКО-METER, Lensco Precision Instrument Co. Bradford , Connecticut. (U.S. Reg. 2,997,918).

### **Factores variantes de la queratometría:**

#### **1. Error de refracción:**

Es importante mencionar que en la literatura (1, 2, 6) se acepta una variación de +/- 0.5 dioptrías al comparar los resultados de las queratometrías manuales, automatizadas, experto y tesista, ya que cada observador tiene una refracción ocular diferente, lo cual da lugar a variación en los resultados de las queratometrías manuales.

#### **2. Queratometría automatizada:**

Antes de iniciar la toma de la queratometría automatizada, hubo que verificar que la pantalla del mismo se encontrara en "cero", ya que al no encontrarse en cero, el aparato toma ésta medida como promedio de la medida actual y esto nos da una variación y error en los resultados obtenidos en el mismo.

#### **3. Plan educacional del paciente:**

Antes de iniciar la toma de las queratometrías se le explicó al paciente sobre el examen y la posición en la cual debe colocarse, además de pedirle colaboración para no

parpadear y mover sus ojos demasiado, ya que una mala posición podría provocar variación en los resultados y la poca colaboración prolongará el tiempo de duración del examen, el cual es una de las variables que se midió en el estudio.

Además se le preguntó al paciente si aceptaba o no que sus datos fueran incluidos en el estudio.

#### 4. Clínica de córnea:

Antes de iniciar el examen se le preguntó al paciente antecedentes de cirugía ocular y se observó la córnea para descartar patología corneal.

### PRUEBA DE CAPACITACION:

#### **Primera fase:**

Durante ésta se realizaron pruebas para comprobar la objetividad y la validez de las medias tomadas por el tesista, para lo cual durante el período del 17 al 19 de abril se tomaron a 10 pacientes a quienes se les midió la queratometría por el tesista y el experto a través del queratómetro manual y automatizado, obteniendo un total de 15 ojos (Anexos 3, cuadro No. 1).

Para evaluar la consistencia de las mediciones del tesista “confiabilidad intraobservador”, el tesista realizó dos mediciones a cada paciente con ambos queratómetros.

## MEDIDA INTRA OBSERVADOR:

Queratómetro manual

Queratómetro automatizado.

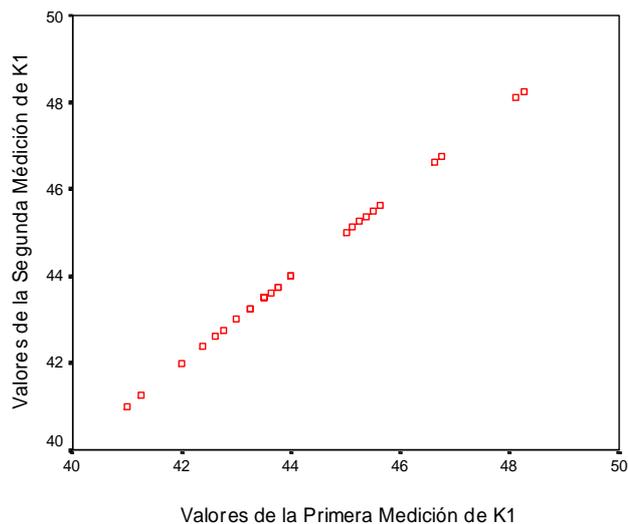


Para dicha prueba, se utilizó el método estadístico “t pareado o para muestras dependientes”; con los resultados de ésta prueba, se pudo observar que entre las dos medidas obtenidas por el tesista, no había ninguna diferencia ya que la primera medición era exactamente igual a la segunda. (Ver gráficas 1 y 2).

### GRAFICA No. 1

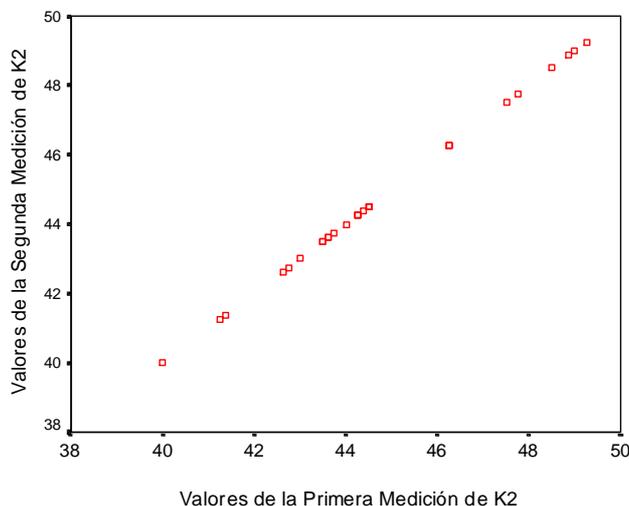
#### FASE No. 1, INTRA OBSERVADOR

Comparación de la primera y segunda medición de K1.



Fuente: Boleta de recolección de datos.

**GRAFICA No. 2**  
**FASE No. 1, INTRA OBSERVADOR**  
**Comparación de la primera y segunda medición de K2**



**Fuente:** Boleta de recolección de datos.

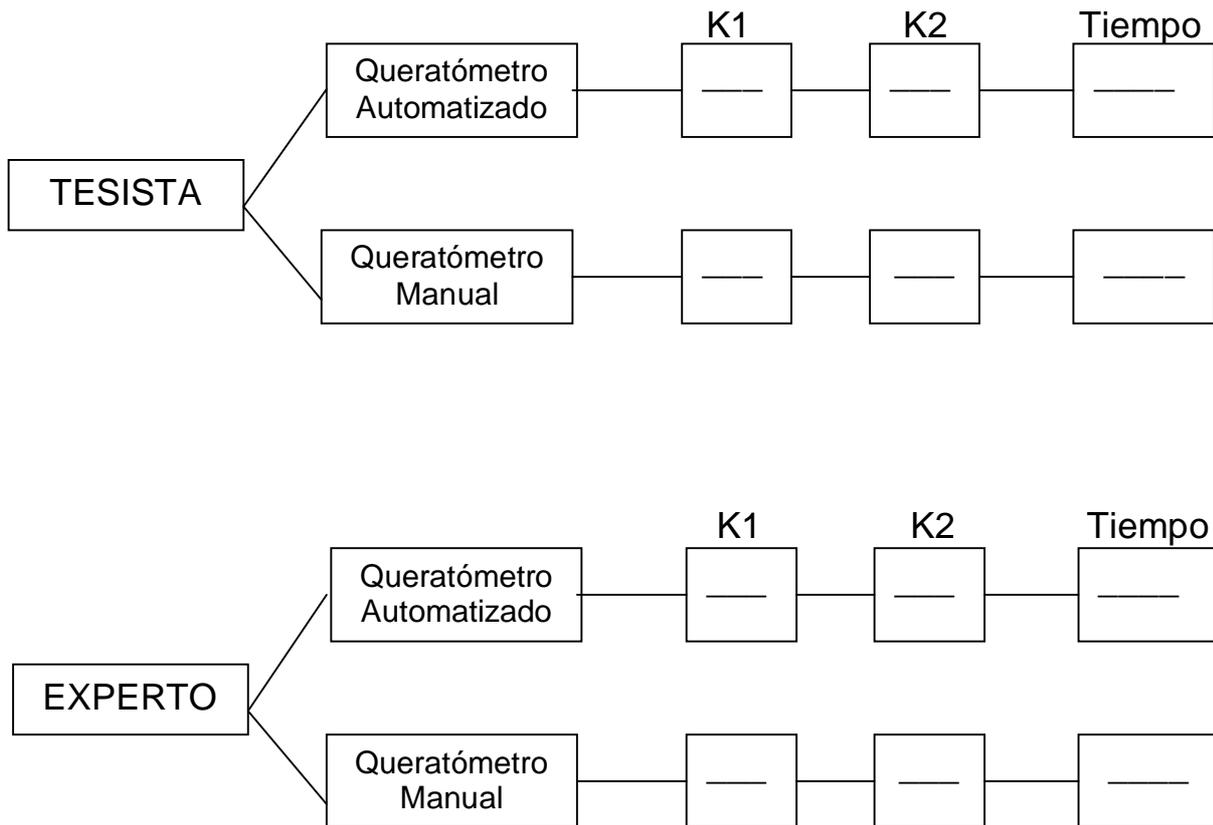
Es importante mencionar que al momento de realizar la queratometría manual el observador no pudo ver los resultados hasta terminar el examen, ya que éstas medidas se encuentran en el exterior del aparato dejando imposibilitado al observador de verlas y con el automatizado, los resultados son impresos por el aparato al concluir el examen., por lo que el sesgo de memoria fue controlado.

Para evaluar la consistencia entre el experto y el tesista “confiabilidad interobservador”, se comparó las mediciones de tesista y el experto, utilizando el método estadístico ANOVA a un alfa de 0.01, usando el siguiente diseño metodológico.

## MEDIDA INTEROBSERVADOR.

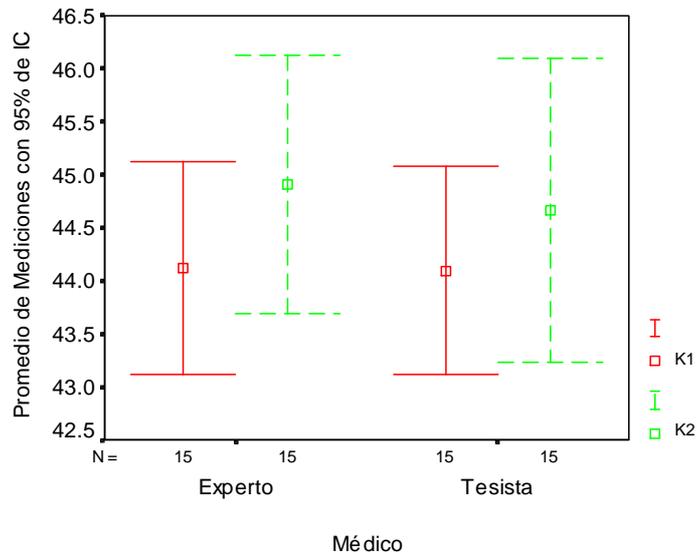
Queratómetro manual

Queratómetro automatizado.



Gráficamente se observa que los intervalos de confianza de 95% se traslapan tanto que la media de un grupo está incluido en el intervalo del otro grupo, así que se esperaría que al hacer el ANOVA, no exista diferencia entre las medidas. (Ver gráficas 3)

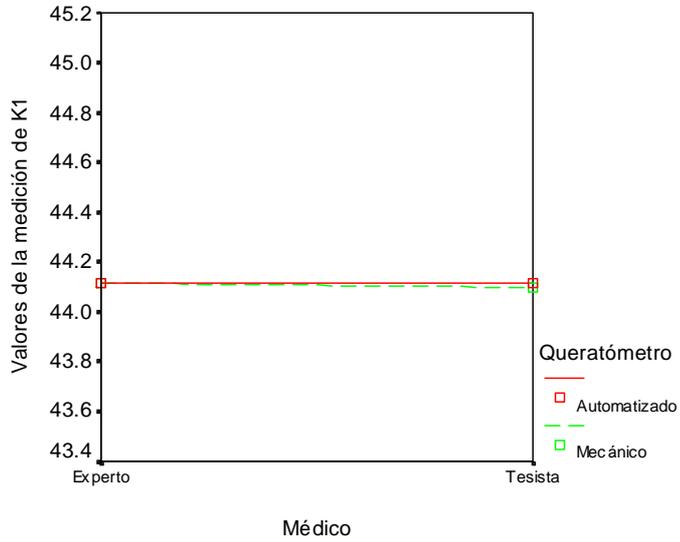
**GRAFICA No. 3**  
**FASE No. 1, INTEROBSERVADOR**  
**Comparación de la medida K1 y K2**



**Fuente:** Boleta de recolección de datos.

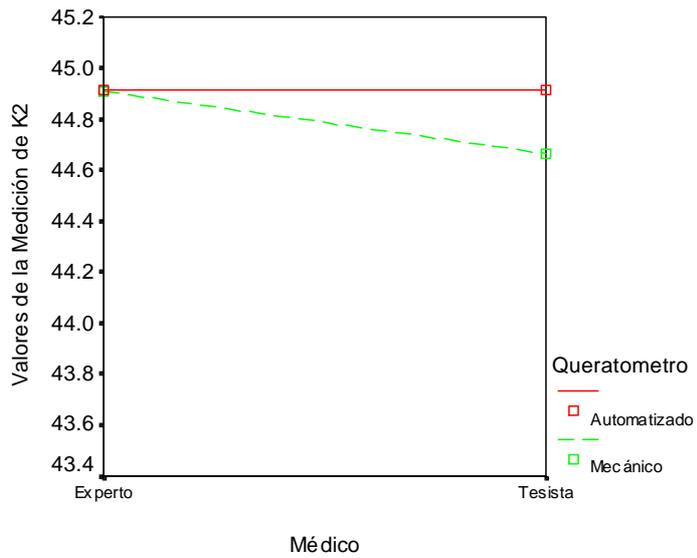
Al presentar la media de K1 y K2 del experto y tesista (gráfica 4 y 5), se observa que la media de K2 en el tesista es un poco diferente a la del experto fenómeno que no se observa en K1 en donde es casi exacto (gráfica 4 y 5)

**GRAFICA No. 4**  
**FASE No. 1, INTEROBSERVADOR**  
**Comparación de la medida K1**  
**Con el queratómetro mecánico y automatizado**



**Fuente:** Boleta de recolección de datos.

**GRAFICA No. 5**  
**FASE No. 1, INTEROBSERVADOR**  
**Comparación de la medida K2**  
**Con el queratómetro mecánico y automatizado**



**Fuente:** Boleta de recolección de datos.

Al realizar el ANOVA (Cuadro No. 1), obtenemos el valor observado de F para K1 y K2 respectivamente de 0.000 y 0.042 con una p mayor de 0.01 por lo que se concluye que no hay diferencia en las mediciones de K1 y K2 del experto.

**CUADRO No. 1**

**RESULTADO DE ANALISIS DE VARIANCIA**

<b>Medida</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>df</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>Sig. "p"</b>
K1	1.30 E -03	1	1.30 E -03	0.000	0.984
K2	0.225	1	0.222	0.042	0.838

**Fuente:** Boleta de recolección de datos.

Sin embargo, llama la atención que en los resultados de K2 del tesisista y el experto, la diferencia aunque no era significativa era mucho mayor comparada a la que existía entre las mediciones de K1, por lo que se procedió nuevamente a verificar los datos, la técnica y la calibración de los aparatos, encontrando que el problema de esta variación era el siguiente:

Al momento de realizar la queratometría manual, el aparato cuenta con un arco en el cual se encuentra los ejes horizontal y

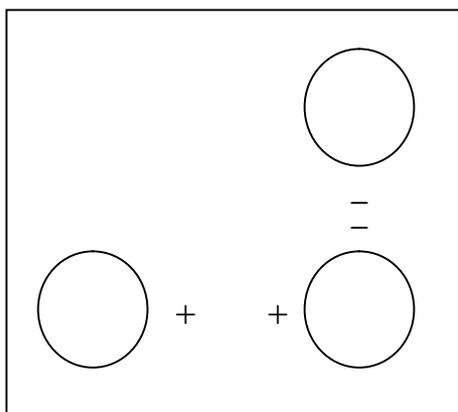
vertical expresado en grados, éstas medidas se encuentran perpendiculares una de la otra.

Normalmente al momento de realizar la queratometría manual se observa una imagen con tres círculos los cuales presentan dos signo más en el plano horizontal y dos signos menos en el plano vertical (Ver figura No. 1), dichos signos deben enfocarse y luego sobreponerse (Ver figura No. 2), pero hay ocasiones en que éstos signos no se sobreponen debido a que el paciente presenta cierto grado de astigmatismo (Ver figura No. 3), entonces en éste momento se gira el arco de los ejes hasta colocar éstos signos sobrepuestos y al lograr éste objetivo la queratometría está correctamente tomada. (Ver figura No. 4)

En la primera prueba, el tesista no se percató de girar el arco de los ejes en este tipo de pacientes por lo cual la medida de K2 era ligeramente diferente de la obtenida por el experto ya que los signos no quedaban sobrepuestos sino continuos (Ver figura No. 3).

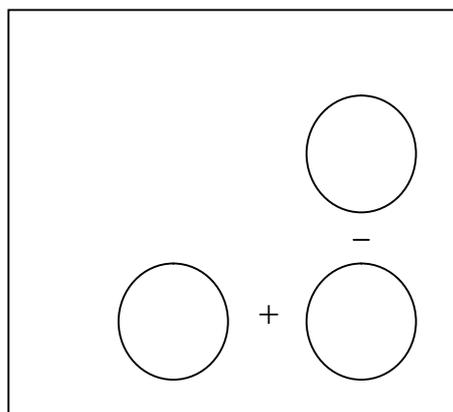
**Figura No. 1**

**Imagen vista en queratometría manual.**

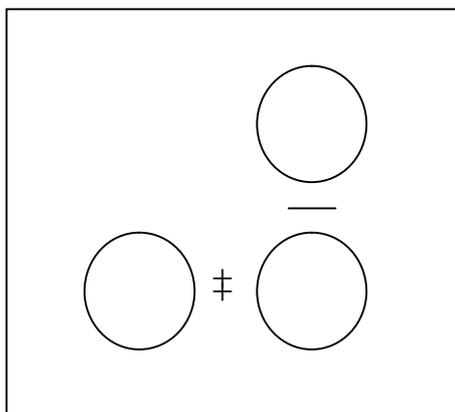


**Figura No. 2**

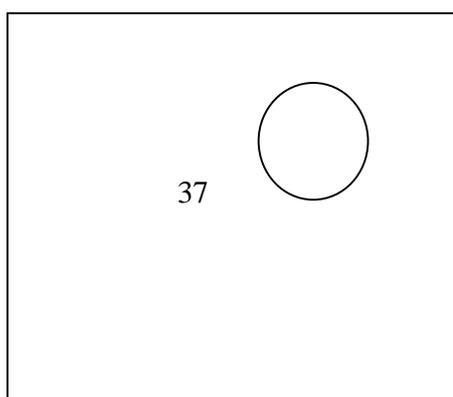
**Imagen esperada en queratometría manual con ángulo de 0° horizontal y 90° vertical. (Normal).**

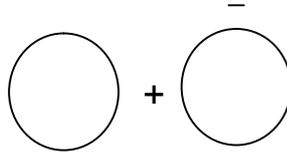


**Figura No. 3**  
**Imagen de queratometría manual,**  
**al presentar diferentes ejes sin girar el**  
**arco de ejes.**



**Figura No. 4**  
**Imagen de queratometría manual,**  
**al presentar diferentes ejes y sí girar el**  
**arco de ejes. (Ej: a 70°)**





Con dicho problema detectado y resuelto, se procedió a realizar con nuevos pacientes una nueva prueba de capacitación.

**Segunda fase:**

Durante el período del 24 al 26 de abril se tomaron a otros 10 pacientes a quienes se les midió la queratometría por el tesista y el experto a través del queratómetro manual y automatizado, obteniendo un total de 15 ojos (Anexos 4, cuadro No. 2).

Debido a que la confiabilidad y validez de las medidas intraobservador fue comprobada, sin encontrar ninguna diferencia, en esta segunda fase únicamente se comprobó la confiabilidad y validez interobservador.

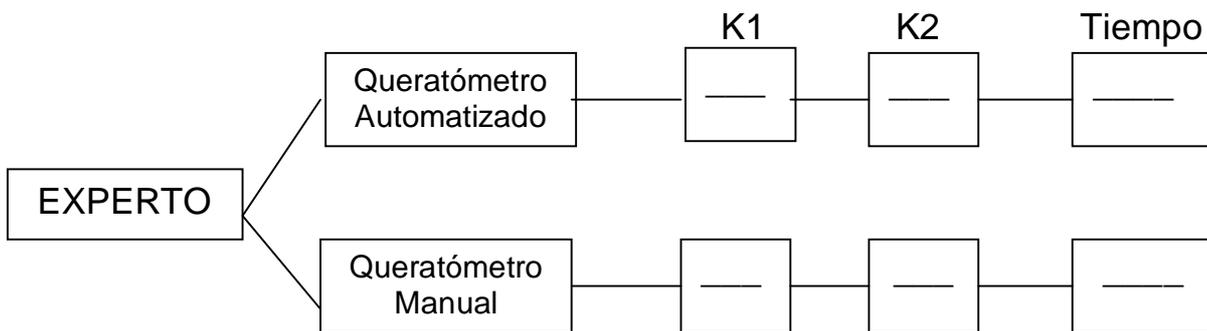
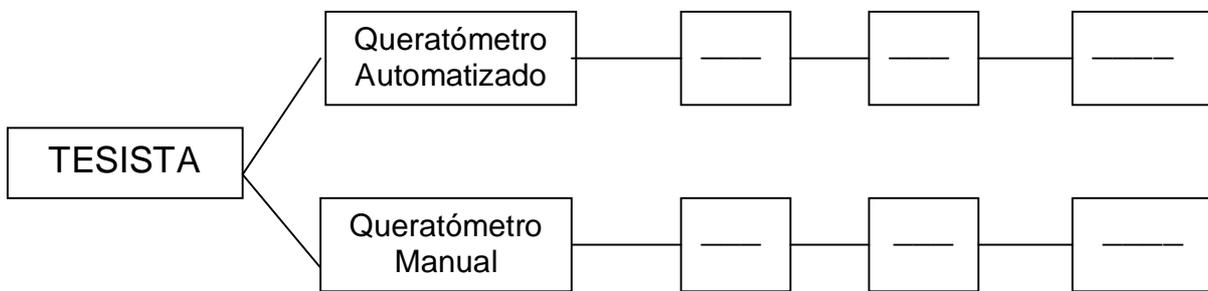
Queratometría manual.  
automatizada.

Queratometría

K1

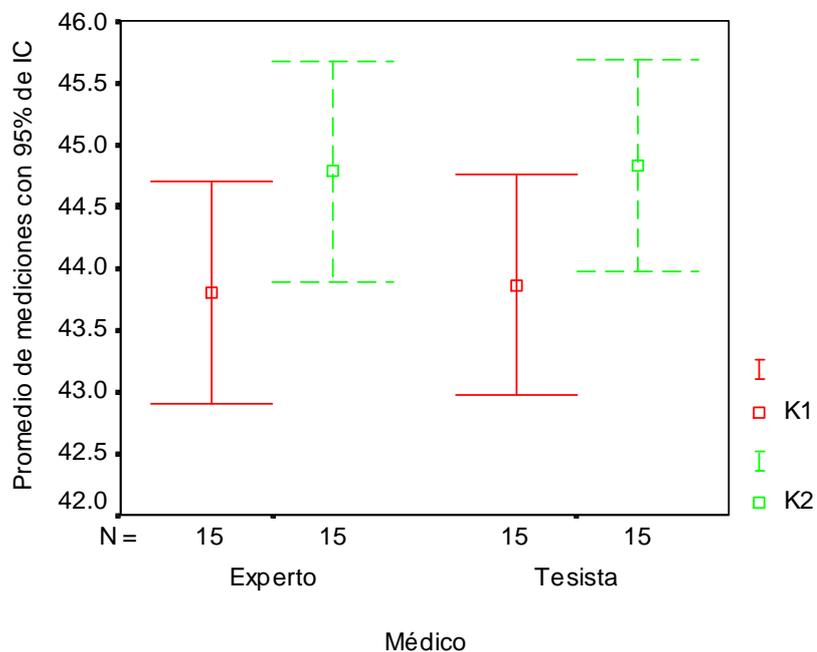
K2

Tiempo



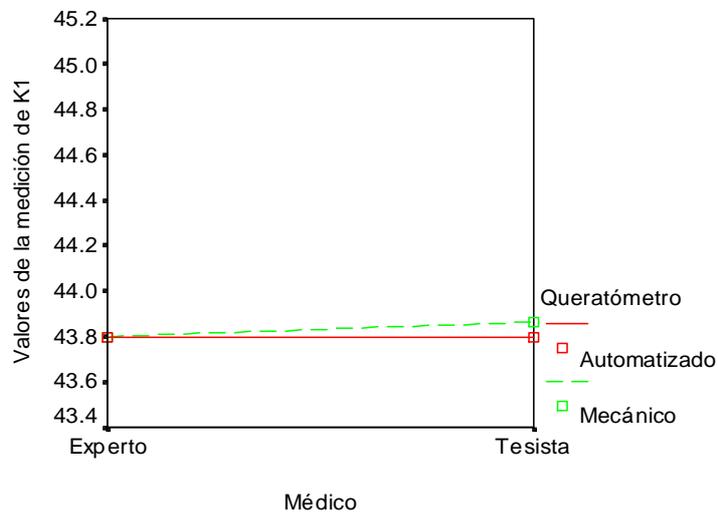
Se utilizó nuevamente el método estadístico de ANOVA. (Ver gráfica No. 6, 7 y 8, cuadro No. 2)

**GRAFICA No. 3**  
**FASE No. 2, INTEROBSERVADOR**  
**Comparación de la medida K1 y K2**



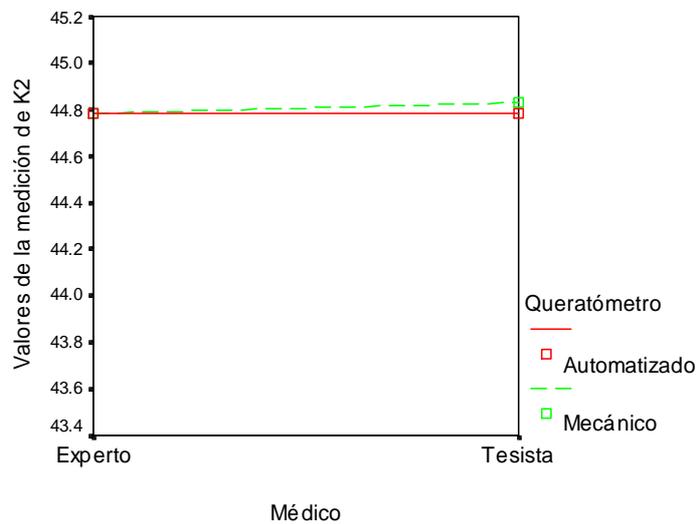
Fuente: Boletas de recolección de datos.

**GRAFICA No. 6**  
**FASE No. 2, INTEROBSERVADOR**  
**Comparación de la medida K1, con el queratómetro mecánico y automatizado.**



Fuente: Boletas de recolección de datos.

**GRAFICA No. 7**  
**FASE No. 2, INTEROBSERVADOR**  
**Comparación de la medida K2, con el queratómetro mecánico y automatizado.**



**Fuente:** Boleta de recolección de datos.

**CUADRO No. 2**

**RESULTADO DE ANALISIS DE VARIANCIA**

<b>Medida</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>df</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>Sig. "p"</b>
K1	1.568 E -02	1	1.568 E -02	0.006	0.939
K2	7.935 E -03	1	7.933 E -03	0.003	0.956

**Fuente:** Boleta de recolección de datos.

Concluyendo que en los resultados obtenidos en esta nueva fase no había diferencia significativa y la variación que se encontró en K2 en la primera fase ya no existía, con lo cual se consideraron los resultados de las medidas del tesista como confiables y válidos para el trabajo de tesis.

## VIII. **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.**

Durante el presente trabajo, se obtuvo un total de 427 pacientes distribuidos de la siguiente manera: estudio de ambos ojos 287 pacientes, estudio de un solo ojo 140 pacientes, 264 fueron de sexo femenino y 163 masculinos. De estos se obtuvo un total de 713 ojos, de los cuales 350 fueron ojos derechos y 363 ojos izquierdos.

Se excluyeron 3 pacientes por no dar su consentimiento para la presentación de sus datos en el estudio y 3 pacientes por presentar patología corneal clínicamente difícil de detectar.

**CUADRO No.1**

**FRECUENCIA DE EDAD DE ACUERDO A OJO Y GÉNERO DE PACIENTES  
QUE CONSULTARON A LA CLÍNICA DE DIAGNÓSTICO DEL HOSPITAL  
DE OJOS Y OÍDOS "Dr. RODOLFO ROBLES V."  
02 MAYO AL 28 DE JUNIO DEL 2002.**

	OJO	DERECHO				IZQUIERDO			
		Media	Desviación estandar	Valor Mínimo	Valor Máximo	Media	Desviación estandar	Valor Mínimo	Valor Máximo
EDAD	Femenino	60.14	15.70	12	91	63.41	18.03	17	88
	Masculino	59.32	18.20	13	90	59.06	21.26	14	85

**Fuente:** Boleta de recolección de datos.

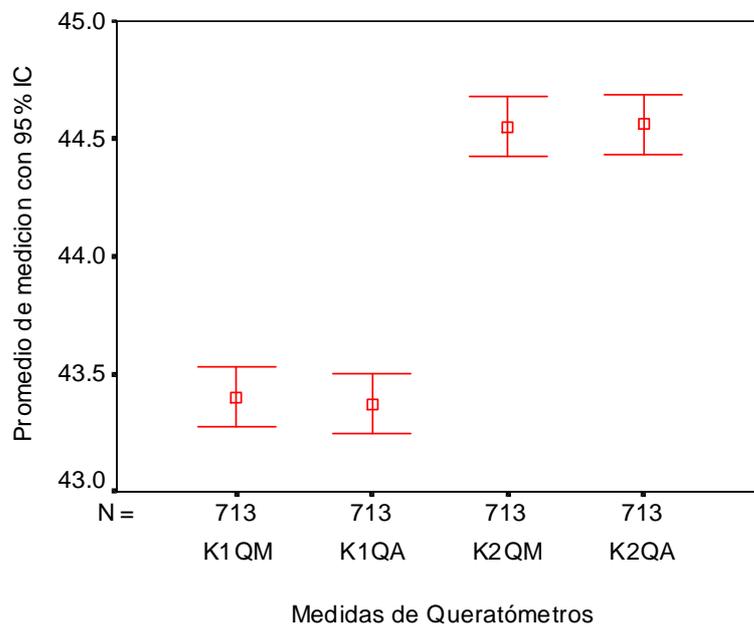
**CUADRO No. 2**

**FRECUENCIA DE TIEMPO DE QUERATOMETRÍA MANUAL Y AUTOMATIZADA  
DE PACIENTES QUE CONSULTARON A LA CLÍNICA DE DIAGNÓSTICO DEL  
HOSPITAL DE OJOS Y OÍDOS "Dr. RODOLFO ROBLES V."  
02 DE MAYO AL 28 DE JUNIO DEL 2002**

<b>FRECUENCIA DE TIEMPO DE QUERATOMETRÍA<sup>2</sup></b>				
<b>Queratómetro</b>	<i>Media (seg)</i>	<i>Desviación Estandar (seg)</i>	<i>Valor Mínimo (seg)</i>	<i>Valor Máximo (seg)</i>
QUERATOMETRÍA MANUAL	19.62	7.65	5.30	35.00
QUERATOMETRÍA AUTOMATIZADA	10.02	2.76	4.00	15.50

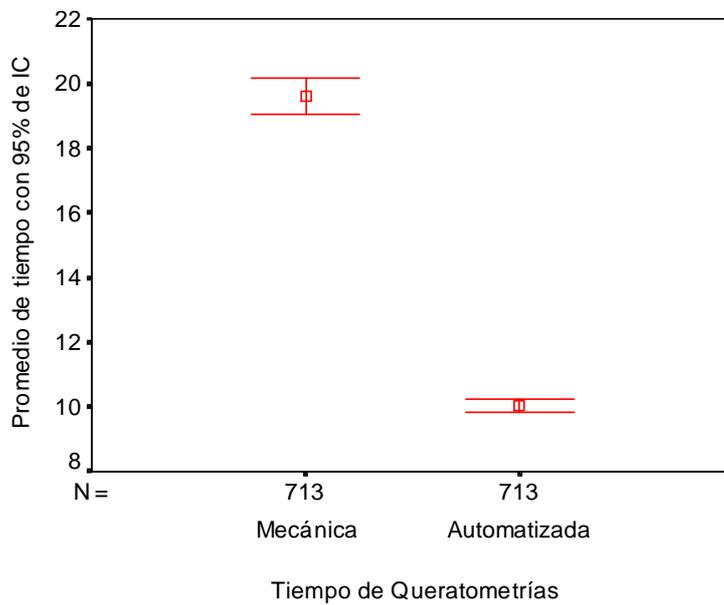
**Fuente:** Boleta de recolección de datos.

**GRAFICA No. 1**  
**MEDIDAS DE K , QUERATOMETRIA MECANICA Y AUTOMATIZADA**  
**CLINICA DE DIGNOSTICO DEL HOSPITAL DE OJOS Y OIDOS**  
**“DR. RODOLFO ROBLES V.”**  
**02 DE MAYO AL 28 DE JUNIO DEL 2,002**



**Fuente:** Boleta de recolección de datos.

**GRAFICA No. 2**  
**MEDIDAS DE TIEMPO , QUERATOMETRIA MECANICA Y AUTOMATIZADA**  
**CLINICA DE DIGNOSTICO DEL HOSPITAL DE OJOS Y OIDOS**  
**02 DE MAYO AL 28 DE JUNIO DEL 2,002**



**Fuente:** Boleta de recolección de datos.

**CUADRO No. 3**

**RESULTADO DE ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA QUERATOMETRÍA  
MANUAL Y AUTOMATIZADA  
CLÍNICA DE DIAGNÓSTICO DEL HOSPITAL DE OJOS Y OÍDOS "Dr. RODOLFO ROBLES V."  
02 DE MAYO AL 28 DE JUNIO DEL 2002**

		<b>Suma de cuadrados</b>	<b>df</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>Sig. "p"</b>
<b>QUERATÓMETRO</b>	<i>K1</i>	0.309000	1	0.309000	0.101	0.750
	<i>K2</i>	0.003882	1	0.003882	0.013	0.910
	<i>Tiempo</i>	32884.807000	1	32884.807000	992.597	0.000

**Fuente:** Boleta de recolección de datos.



## **IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.**

Con la introducción del queratómetro automatizado, se ha desafiado la confianza que el clínico tiene hacia el queratómetro manual. El presente estudio realizado en 713 ojos sin patología y cirugía corneal, pretendía responder básicamente dos hipótesis, para la primera hipótesis “No existe diferencia significativa entre la medición queratométrica realizada por el queratómetro manual versus el queratómetro automatizado”, para la evaluación visual de los resultados (Ver gráfica No. 1), se observa que los intervalos de confianza de 95% se traslapan tanto que la media de K1 en el queratómetro manual está incluida en el intervalo de el queratómetro automatizado por lo que se espera que al realizar el ANOVA no exista diferencia significativa. Lo mismo sucede con K2, al realizar el análisis estadístico ANOVA (Ver cuadro No. 3), el valor observado de F para K1 y K2 es de 0.101 y 0.013 con “p” mayor de 0.01 por lo tanto se acepta la hipótesis nula de medias iguales, concluyendo que no hay diferencia entre las mediciones de K1 y K2 entre el queratómetro automatizado y manual.

Según la literatura (1, 2, 6, 11) el resultado de ambos aparatos es el mismo, y habiendo comprobado ésta confiabilidad con el presente trabajo y en nuestra población, se puede aseverar que el médico cuenta con otra alternativa clínica que le ayude a llegar a un diagnóstico confiable que le proporcione al paciente la mejor rehabilitación oftalmológica.

Sabiendo que el médico oftalmólogo en la práctica privada debido a los costos altos que representa la compra de un

queratómetro automatizado, no siempre cuenta con el mismo y opta por adquirir un queratómetro manual éste podrá tener la certeza y confianza de utilizar indistintamente uno u otro queratómetro ya que el resultado en pacientes con córnea sana será el mismo.

Por lo cual es necesario que el médico que se encuentre en la práctica oftalmológica sea debidamente capacitado en el uso y manejo de ambos queratómetros ya que en la práctica privada no siempre contará con un queratómetro específico.

Con respecto a la segunda hipótesis, “No existe diferencia significativa entre el tiempo medido en segundos necesario para realizar la queratometría a través del queratómetro manual versus el automatizado”, los resultados presentados en la gráfica No. 2, expresan que los intervalos de confianza de 95% no se traslapan. En éste caso tiene un 95% de certeza de que exista una diferencia significativa. Al realizar el ANOVA, (Ver cuadro No 3), se obtiene una F de 992.597 con una “p” de 0.000 mucho menor de una “p” de 0.01 por lo que se rechaza la hipótesis nula de igualdad; concluyendo que existe diferencia con el tiempo que se utiliza para realizar las mediciones de K1 y K2 si se realiza con un queratómetro manual y un queratómetro automatizado.

Ya que la literatura y estudios realizados en otros países, (1, 2, 6, 11) aseveran ésta diferencia en tiempo, con el presente trabajo se pudo demostrar que si existe diferencia significativa, con una media de 10.02 segundos para la queratometría automatizada y un promedio de 9.6 segundos mayor en la queratometría manual, lo cual se debe principalmente a la menor habilidad en el manejo que requiere el

queratómetro automatizado así como la fácil impresión clínica que se tiene con el mismo.

Con dichos resultados, se puede aseverar que en instituciones en donde hay una gran afluencia de pacientes, el queratómetro más adecuado a utilizar por su rapidez es el queratómetro automatizado, con lo cual se le podrá proporcionar al paciente una atención mucho más rápida y confiable. Pero para aquellas instituciones en donde la afluencia de pacientes es poca o moderada, puede utilizarse con toda confianza un queratómetro manual ya que aunque el tiempo necesario para realizar el examen sea mayor que con el automatizado el resultado será igualmente confiable al que se obtiene con un queratómetro automatizado.

Con dichos resultados, se puede tener la certeza de la validez y exactitud que ambos aparatos confieren en pacientes con córnea sana, con lo cual el uso de cualquiera de ellos representa una alternativa diagnóstica.

## **X. CONCLUSIONES.**

- 1.- Se pudo establecer que al realizar la medición de K1 y K2 con cualquiera de los queratómetros (manual o automatizado), el resultado no varía en forma significativa.
- 2.- Si existe diferencia significativa entre el tiempo para realizar la queratometría automatizado comparada a la queratometría manual, siendo la queratometría automatizada la más rápida de realizar.
- 3.- La rapidez en tiempo de la queratometría automatizada se debe a que la impresión clínica es más fácil de realizar con el queratómetro automatizado además de que éste requiere menos habilidad en el manejo, comparado con el queratómetro manual.

## ***XI. RECOMENDACIONES.***

- 1.- Por la similitud y validez de resultados, se debería realizar mayor difusión de la existencia de ambos queratómetros a nivel de pre-grado, post-gradados y médicos especialistas para que éstos cuenten con otra alternativa diagnóstica.
- 2.- En instituciones con afluencia grande de pacientes es recomendable la utilización del queratómetro automatizado por su rapidez y confiabilidad.
- 3.- Capacitar al personal médico en entrenamiento oftalmológico sobre el uso y manejo de ambos queratómetros.

## ***XII. RESUMEN.***

Se realizó un estudio descriptivo, transversal, en el cual se estudiaron 433 pacientes, de los cuales se excluyeron 3 por no dar su consentimiento para la presentación de sus datos en el estudio, y 3 por presentar patología corneal clínicamente difícil de detectar. Se estudio un total de 713 ojos, de los cuales 350 fueron derechos y 363 izquierdos.

Se tomó a todo paciente de 12 años o mayor que consultaron a la Clínica de Diagnóstico del Hospital de ojos y oídos “Dr. Rodolfo Robles V.”, en el período del dos de mayo al veintiocho de junio del dos mil dos, excluyendo aquellos con patología y antecedente de cirugía corneal.

El propósito del presente trabajo fue realizar una comparación en exactitud del resultado de la queratometría manual y automatizada, así como el tiempo para realizar dichas queratometrías.

Se pudo observar una diferencia significativa en tiempo, teniendo la queratometría automatizada mayor rapidez, lo que se explica por la facilidad de realizar la impresión clínica y la menor habilidad requerida para realizar ésta queratometría.

Los resultados de K1 y K2 de ambas queratometrías no era significativamente diferente, por lo que se consideró a ambos aparatos como válidos y confiables además de una alternativa diagnóstica para

el médico. Recomendando la utilización del queratómetro automatizado principalmente en aquellas instituciones con gran afluencia de pacientes y la capacitación de los médicos en entrenamiento oftalmológico sobre el uso y manejo de ambos queratómetros.

### **XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.**

1. American Academy of Ophthalmology. Basic and clinical science course. Optics, refractions, and contact lenses. San Francisco. 1996-1997, vol. 3, p.p. 292 – 298.
2. American Academy of Ophthalmology. Basic and clinical science course. Optics, refractions, and contact lenses. San Francisco. 1998 – 1999, vol. 3, p.p. 228 – 234.
3. Assil, K.K. Wound healing in response to keratorefractive surgery. Survey of Ophthalmology, 1993, November – December, vol. 38 (3), p.p. 289 – 293.
4. Carmel, P.N., G, Prasad, et al. Validation of a handheld automated keratometer in adults. <http://www.ascrs.org/publications/jcrs/absmar8.html>.
5. DOG. Annual Meeting. The impact of fixation of keratometry and intraocular lens implantation. <http://www.dog.org/1999/e-abstract99/667.html>.
6. Duk Elder, S. System of ophthalmology. Ophthalmic, optics and refraction, Washington, Mosby 1970. Vol. 5, pp. 35 – 37, 51 – 52, 96 – 134, 414 – 416, 744 – 751.
7. Gómez García, Miriam Rubi. Determinación de valores queratométricos y longitud axial en una población infantil de 1 a 6 años de edad. Tesis (Médico y cirujano). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, Guatemala, 1998, pp. 13-14.
8. Guyton-Hall. Tratado de Fisiología Médica, 9ª. Edición, México, Interamericana McGraw-Hill, 1997, pp. 677-689.

9. Humphrey. Automatic refractor/keratometer HARK 599, The first full-featured combination automatic refractor/keratometer. <http://www.Zeiss.de/c125679E0051c774/allBysubject/50AC433ECD65D26C41256A6A...>
10. Jarvis, V.N, Levine, R. et al. Manual vrs automated keratometry: a comparison. CLAOJ, 1987, jul-aug, 13 (4), pp, 235-7.
11. Knorz, M.C, et al. Automatic biometry and keratometry in comparison with the manual technic. Fortschrs Ophthalmol, 1989. 86 (2), pp.157-8.
12. Latarjet, R.L. Anatomía Humana, 3era. Edición, Buenos Aires, Panamericana, 1995, vol. 1, pp. 441-452.
13. Lusby, F.W., et al. Clinical comparison of manual and automated keratometry in a geriatric population, CLAOJ, 1987, mar-apr, 13 (2), pp. 119-121.
14. Maloney, R.K., et al. Determination of corneal image forming properties from corneal topography. American Journal of Ophthalmology, 1993, January, vol. 115 (3), pp. 31-41.
15. Manning, C.A., et al. Comparison of portable automated keratometry and manual keratometry for IOL calculation. J. Cataract. Refract. surg. 1997. oct. 23 (8), pp. 1213-1216.
16. Nakada S., T. M., et al. Comparison of automated and conventional keratometers. AmJ - Ophthalmol, 1984, Jun, 97 (6), pp. 776-778.
17. NIDEK. ARK –760A. <http://www.nidekcom/arark.html>.
18. NIDEK. Co. LTD. Oftalmología Nidek. <http://www.endoscopia.com.mx/Especialidades/oftalmologia/Nidek/Index.html>.

19. Oftalmología Aplicada. Manual de Oftalmología básica para el médico no oftalmólogo y estudiante de medicina. Serie Paltex, para ejecutores de programas de salud, No. 11, publicación de la OPS, Washington, 1988, pp. 1-8.
20. Queratometría.  
<http://www.geocities.com/sunsetstrip/Mezzanine/9192/lagma.html>.
21. Seitz, B., et al. Survey of Ophthalmology International Review Journal. Intraocular lens calculations status after corneal refractive surgery, 1993, November – December, vol. 38 (3), pp. 35-45.
22. Sorsby, A. Modern Ophthalmology. Washington. Butter Worths, 1963, vol. 1, pp. 94.
23. Sunderraj, P. Clinical comparison of automated and manual keratometry in pre-operative ocular biometry. Eye. 1992, June, vol. 8 pp. 60-62.
24. Ultrasound principles, A-scan, biometry from ophthalmology/special testing.  
<http://www.emedicine.com/oph/topic486.html>.
25. Vasconcellos, D.F. Oftalmología vasconcellos. Queratómetro.  
<http://www.endoscopia.com.mx/Especialidades/oftalmologia/DfV/keratometer.htm>.
26. Weinstein, G., et al. Cataract surgery and lens implantation. Current Opinion in Ophthalmology. 2000, February, vol. 11 (1), pp. 1063-1074.

#### **XIV. ANEXOS.**

**ANEXO No. 1.**

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Médicas  
Hospital de ojos y oídos "Dr. Rodolfo Robles V."

**BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS.**

Registro médico: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Consentimiento del paciente para usar sus datos en el estudio:

Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

**QUERATÓMETRO MANUAL:**

OD

OS

Valor de K1: \_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_ ( )

Valor de K2: \_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_ ( )

Tiempo de realización de queratometría completa: \_\_\_\_\_

**QUERATÓMETRO AUTOMATIZADO:**

OD

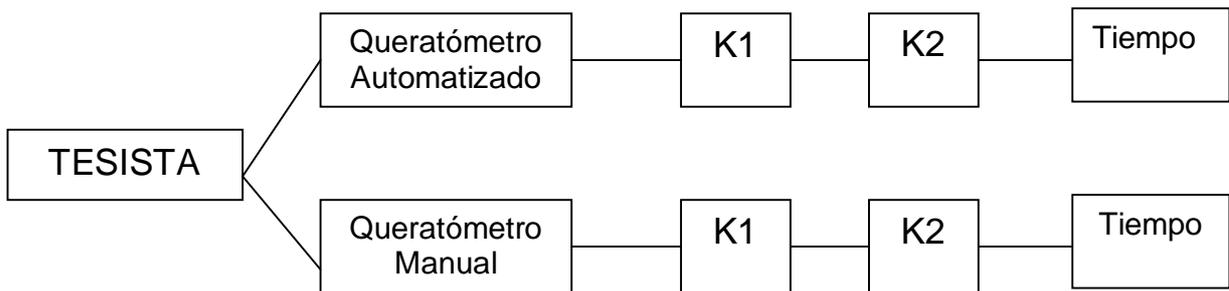
OS

Valor de K1: \_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_ ( )

Valor de K2: \_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_ ( )

Tiempo de realización de queratometría automatizada: \_\_\_\_\_

**ANEXO No. 2.**



**CUADRO No. 1**

*Queratometría manual versus queratometría automatizada.*

*Fase No. 1*

*Clínica de Diagnóstico del Hospital de ojos y oídos Dr. Rodolfo Robles V.*

*Período del 17 al 19 de abril de 2002*

No.	QUERATOMETRO MANUAL						QUERATOMETRO AUTOMATIZADO					
	TESISTA				EXPERTO		TESISTA				EXPERTO	
	Medida No. 1		Medida No. 2		Medida		Medida No. 1		Medida No. 2		Medida	
	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2
1	45.12	46.25	45.12	46.25	45.25	46.25	45.25	46.25	45.25	46.25	45.25	46.25
2	46.62	47.75	46.62	47.75	46.75	47.50	46.75	47.50	46.75	47.50	46.75	47.50
3	44.00	44.25	44.00	44.25	44.12	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00
4	42.62	43.00	42.62	43.00	42.75	43.50	42.75	43.50	42.75	43.50	42.75	43.50
5	42.37	42.62	42.37	42.62	42.00	42.75	42.00	42.75	42.00	42.75	42.00	42.75
6	43.75	44.50	43.75	44.50	43.75	44.25	43.75	44.25	43.75	44.25	43.75	44.25
7	43.62	44.37	43.62	44.37	43.50	44.50	43.50	44.50	43.50	44.50	43.50	44.50
8	43.50	43.62	43.50	43.62	43.50	43.75	43.50	43.75	43.50	43.75	43.50	43.75
9	43.00	43.62	43.00	43.62	43.50	43.50	43.50	43.50	43.50	43.50	43.50	43.50
10	41.25	41.37	41.25	41.37	41.12	41.25	41.00	41.25	41.00	41.25	41.00	41.25
11	45.37	48.87	45.37	48.87	45.00	48.50	45.00	48.50	45.00	48.50	45.00	48.50
12	48.12	49.00	48.12	49.00	48.25	49.25	48.25	49.25	48.25	49.25	48.25	49.25
13	43.25	44.50	43.25	44.50	43.25	44.12	43.50	44.25	43.50	44.25	43.50	44.25
14	43.25	44.00	43.25	44.00	43.50	44.25	43.50	44.25	43.50	44.25	43.50	44.25
15	45.62	46.25	45.62	46.25	45.50	46.25	45.50	46.25	45.50	46.25	45.50	46.25

Fuente: Boleta de recolección de datos.

**CUADRO No.2**

**Queratometría manual versus queratometría automatizada.**

**Fase No. 2**

**Clínica de Diagnóstico del Hospital de ojos y oídos Dr. Rodolfo Robles V.**

**Período del 24 al 26 de abril de 2002**

No.	QUERATOMETRO MANUAL				QUERATOMETRO AUTOMATIZADO			
	TESISTA		EXPERTO		TESISTA		EXPERTO	
	Medida		Medida		Medida		Medida	
	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2
1	42.62	44.37	42.50	44.25	42.5	44.25	42.50	44.25
2	42.37	43.37	42.12	43.25	42.12	43.25	42.12	43.25
3	42.25	43.25	42.25	43.25	42.25	43.25	42.25	43.25
4	43.75	44.00	43.75	44.00	43.75	44.00	43.75	44.00
5	43.87	44.12	43.75	44.00	43.75	44.00	43.75	44.00
6	43.12	44.37	43.00	44.25	43.00	44.25	43.00	44.25
7	46.62	47.62	46.50	47.50	46.50	47.50	46.50	47.50
8	47.50	48.62	47.62	48.75	47.62	48.75	47.62	48.75
9	42.75	43.87	42.75	43.75	42.75	43.75	42.75	43.75
10	44.25	44.87	44.25	44.75	44.25	44.75	44.25	44.75
11	44.37	44.75	44.25	44.75	44.25	44.75	44.25	44.75
12	44.5	46.12	44.50	46.25	44.50	46.25	44.50	46.25
13	42.37	43.62	42.50	43.50	42.50	43.50	42.50	43.50
14	42.37	43.87	42.25	43.75	42.25	43.75	42.25	43.75
15	45.25	45.62	45.00	45.75	45.00	45.75	45.00	45.75

Fuente: Boleta de recolección de datos.



