



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**ASOCIACIÓN PARA EVITAR LA CEGUERA EN  
MÉXICO**

**COMPARACIÓN DE CONTEO ENDOTELIAL  
CORNEAL POSTERIOR A CIRUGÍA DE  
FACOEMULSIFICACIÓN EN CATARATA DURA  
USANDO LAS PLATAFORMAS CENTURION Y  
OERTLI**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE ESPECIALISTA  
EN

**OFTALMOLOGÍA**

PRESENTA:

**DRA. CAROLINA CANTÚ ROSALES**

TUTOR:

**DR. ROBERTO GONZÁLEZ SALINAS**

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

## SINOPSIS

**TITULO** Comparación de conteo endotelial corneal posterior a cirugía de facoemulsificación en catarata dura usando las plataformas Centurion y Oertli

---

**SUBVENCION DE LA INVESTIGACIÓN** Asociación para Evitar la Ceguera en México I.A.P.

---

**PROYECTO** Longitudinal, prospectivo, experimental, comparativo y controlado.

---

**INDICACIÓN** Pacientes con diagnóstico de catarata dura (NO4 NC4, LOCS III)

---

### OBJETIVOS

**Objetivo Generales:**

- Comparar el número de células endoteliales basales y a los 3 meses de realizado el procedimiento quirúrgico entre grupos.

**Objetivos Específicos:**

- Determinar el grado de edema corneal por medio de la escala Roper-Hall en la biomicroscopía con lámpara de hendidura, al día 7 entre grupos.
  - Determinar el grado de inflamación en cámara anterior mediante el uso de la escala de SUN en la biomicroscopía con lámpara de hendidura, al día 7 entre grupos.
  - Comparar el porcentaje de hexagonalidad a los 3 meses de realizado el procedimiento quirúrgico entre grupos.
- 

**HIPOTESIS** Se encontrará una disminución de células endoteliales < 150 células en el grupo Centurion en comparación con Oertli a los 3 meses de realizado el procedimiento quirúrgico.

---

**DISEÑO DEL ESTUDIO** Longitudinal, prospectivo, experimental, comparativo y controlado.

---

**NÚMERO DE SUJETOS** 72 ojos de 72 pacientes

---

**No. DE CENTROS** 1 Centro

---

**POBLACIÓN OBJETIVO** Pacientes con diagnóstico de Catarata dura NO4 NC4 LOCS III.

---

---

**DURACIÓN  
DEL ESTUDIO**

18 meses

---

**CRITERIOS  
DE SELECCIÓN**

**Criterios de Inclusión**

- Hombres y mujeres de 40 años de edad o mayores.
- Densidad de células endoteliales corneales dentro del rango de 2000 a 2500 células / mm<sup>2</sup>
- Dispuestos a firmar el consentimiento informado
- Pacientes con diagnóstico catarata NO4 NC4 LOCS III.
- Programados para Facoemulsificación con técnica de FacoChop horizontal, con implante de lente intraocular (LIO) monofocal.

**Criterios de Exclusión**

- Pacientes con síndrome de pseudoexfoliación capsular o datos de debilidad zonular.
  - Pacientes con Glaucoma pigmentario
  - Uso de análogos de prostaglandinas o dorzolamida tópica.
  - Antecedente de cirugía complicada incluyendo pérdida de vítreo
- 

**MEDICIONES DE  
DESENLACE**

**Variable Primaria**

- Conteo de células endoteliales

**Variables Secundarias**

- Edema corneal (Escala Roper-Hall)
  - Inflamación del segmento anterior (Escala de SUN)
  - Hexagonalidad
- 

**PROCEDIMIENTO  
DE ALEATORIZACIÓN**

Los pacientes serán asignado de forma aleatoria a uno de 2 grupos:

**Grupo 1.** Centurion ® Vision System (Alcon Laboratorios, Fort Worth TX, US).

**Grupo 2.** Equipo Faros® (Oertli Instrumente AG, Berneck Switzerland).

La aleatorización se llevará a cabo usando el software GraphPad QuickCalcs (GraphPad PRISM versión 8. San Diego, CA, EE. UU)

---

## CONSIDERACIONES ESTADÍSTICAS

## Cálculo de Tamaño de Muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó la fórmula de comparación de promedios. Se obtuvo el promedio del conteo de células endoteliales postquirúrgica a partir de lo reportado por González-Salinas et al. 2018.<sup>5</sup>

$$N = \frac{2 S^2 (Z\alpha + Z\beta)^2}{\Delta^2}$$

Donde:

$Z\alpha$  = valor de z relacionado con  $\alpha = 0.05$

$Z\beta$  = valor de z relacionado con un  $\beta = 0.20$  (poder de 80 %).

$S^2$  = desviación estándar al cuadrado

Delta = Diferencia mínima clínicamente importante a detectar

$Z\alpha = 1.96$

$Z\beta = -0.84$

DE = 443.2

Delta = 180

n = 35.91 sujetos por grupo = 36

n = 72 para el total de la muestra.

---

## PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

## Características Basales y Demográficas

Las variables continuas se muestran como medias  $\pm$  desviación estándar (DE) o mediana y rango intercuartil, dependiendo de su distribución. Las variables cualitativas se resumen en porcentaje. Las diferencias entre las variables continuas se evaluaron mediante una prueba de t pareada o la prueba de Mann-Whitney dependiendo de la distribución de las mismas. La distribución de las variables se obtuvo con la prueba de Shapiro-Wilk. El análisis estadístico se realizó utilizando el software SPSS v.20 y el GraphPad PRISM versión 8.

---

## TABLA DE CONTENIDO

<b>SINOPSIS</b> .....	<b>2</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>6</b>
<b>PARTE I: DISEÑO Y CONDUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTO.....	7
1.1 ANTECEDENTES.....	7
1.2 FUNDAMENTO.....	7
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DEL ESTUDIO.....	7
2.1 <i>Objetivo Primario</i> .....	7
2.2 <i>Objetivos Secundarios</i> .....	7
2.3 <i>Hipótesis General</i> .....	8
2.4 <i>Hipótesis Específicas</i> .....	8
3. DISEÑO DEL ESTUDIO.....	8
3.1 <i>Visión general</i> .....	8
3.2 <i>Número de sujetos</i> .....	8
<i>ESQUEMA 1. DISEÑO DEL ESTUDIO</i> .....	9
3.3 <i>Centro de Investigación:</i> .....	10
3.4 <i>Duración del estudio</i> .....	10
4. POBLACIÓN DEL ESTUDIO.....	10
4.1 <i>Población objetivo</i> .....	10
4.2 <i>Criterios de Inclusión</i> .....	10
4.3 <i>Criterios de Exclusión</i> .....	10
4.4 <i>Criterios de Eliminación</i> .....	10
5. PARÁMETROS DEL ESTUDIO.....	10
5.1 <i>Parámetro de Desenlace Primario</i> .....	10
5.2 <i>Parámetros de Desenlace Secundarios</i> .....	11
TABLA 1. PROGRAMA DE EVALUACIONES.....	11
6. RETIRO PREMATURO DEL ESTUDIO.....	12
7. CONSIDERACIONES ESTADÍSTICAS.....	12
7.1 <i>Cálculo del Tamaño de Muestra</i> .....	12
7.2 <i>Plan de Análisis Estadístico</i> .....	12
8. MÉTODO.....	14
9. RESULTADOS.....	15
9.1 - <i>Conteo endotelial</i> .....	15
9.2 - <i>Porcentaje de hexagonalidad en microscopía especular</i> .....	18
9.3 - <i>Agudeza visual mejor corregida</i> .....	20
9.4 - <i>Edema corneal</i> .....	21
9.5 - <i>Inflamación en cámara anterior</i> .....	22
10. DISCUSIÓN.....	24
11. CONCLUSIONES.....	25
12. REFERENCIAS.....	26

---

## GLOSARIO

<b>Siglas</b>	<b>Significado</b>
CDE	Energía disipada acumulada (por sus siglas en ingles)
LOCS III	Sistema de clasificación de opacidad de lente III (por sus siglas en ingles)
LIO	Lente intraocular
SUN	Grupo de Trabajo para la Estandarización de la Nomenclatura de las Uveítis (por sus siglas en ingles)
MICS	Cirugía de micro incisión para cataratas (por sus siglas en ingles)

---

## PARTE I: DISEÑO Y CONDUCCIÓN

### 1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTO

#### 1.1 ANTECEDENTES

##### 1.1.1 Generalidades

La facoemulsificación es el estándar de oro para la remoción de cataratas en el mundo desarrollado. La tecnología de facoemulsificación continúa cambiando para mejorar la eficiencia y la seguridad de los pacientes. La gran cantidad de configuraciones, máquinas, puntas y piezas de mano crean una combinación ilimitada de opciones para un cirujano de cataratas. Hay poca información objetiva disponible sobre el efecto de cambiar una configuración en la máquina de faco sobre la eficiencia de la extracción de la lente.

La configuración de micropulso en la máquina de facoemulsificación permite al cirujano establecer el ciclo de trabajo, el período durante el cual el ultrasonido (EE. UU.) realizará un ciclo de encendido (normalmente de 5 a 8 milisegundos) y se apagará. Con el desarrollo de un método in vitro para aislar la eficiencia (es decir, el tiempo necesario para eliminar los fragmentos nucleares) y el parloteo (la frecuencia con la que los fragmentos nucleares rebotan en la punta), existen herramientas para estudiar los efectos de cambiar los parámetros individuales.<sup>1,2</sup>

La pérdida de células endoteliales se incrementó inicialmente en MICS, especialmente en ojos con densidad nuclear aumentada, debido al aumento de la energía disipada acumulada (CDE), el tiempo de aspiración y el volumen de solución salina equilibrada utilizada. La energía utilizada durante el procedimiento quirúrgico y el daño ocular se pueden disminuir en MICS con los modos de ráfaga y pulso en comparación con el modo continuo para cataratas duras.<sup>3</sup>

Las técnicas actuales de facoemulsificación también pueden contribuir a disminuir el uso de energía. Existen varios reportes en la literatura que la técnica de Facochop horizontal requiere una energía de ultrasonido más baja para el manejo nuclear que la técnica de Stop&Chop en cataratas duras o de alta densidad; sin embargo, se ha reportado adicionalmente que la pérdida de células endoteliales resultante es similar con ambas técnicas en la cirugía de cataratas de incisión pequeña.<sup>4</sup> Se han introducido varias técnicas en cirugía de catarata para aumentar la eficacia de la facoemulsificación de cataratas duras, sin embargo, no existe un consenso acerca de la eficiencia de las mismas.<sup>4</sup>

#### 1.2 FUNDAMENTO

##### 1.2.1 Justificación

Las cataratas duras (NO4NC4) requieren mayor energía para su extracción, lo cual tiene un impacto potencial en el conteo celular endotelial posterior a la intervención quirúrgica. Este estudio pretende comparar las diferentes plataformas y el desempeño de cada una evidenciado por su impacto en el conteo de células endoteliales.

##### 1.2.2 Pregunta de investigación

¿Existe una diferencia en la pérdida de células endoteliales entre las plataformas Centurion y Oertli en pacientes sometidos a cirugía de facoemulsificación con antecedente de catarata dura?

### 2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

#### 2.1 Objetivo Primario

Comparar el número de células endoteliales basales y a los 3 meses de realizado el procedimiento quirúrgico entre grupos.

#### 2.2 Objetivos Secundarios

1. Determinar el grado de edema corneal por medio de la escala Roper-Hall en la biomicroscopía con lámpara de hendidura, al día 7 entre grupos

- 
2. Determinar el grado de inflamación en cámara anterior mediante el uso de la escala de SUN en la biomicroscopía con lámpara de hendidura, al día 7 entre grupos.
  3. Comparar el porcentaje de hexagonalidad a los 3 meses de realizado el procedimiento quirúrgico entre grupos.

### **2.3 Hipótesis General**

Se encontrará una disminución de células endoteliales < 150 células en el grupo Centurion en comparación con Oertli a los 3 meses de realizado el procedimiento quirúrgico.

### **2.4 Hipótesis Específicas**

1. Se detectará un 20% menos edema corneal en la escala de Roper-Hall en el grupo 1 en comparación con el grupo 2.
2. Se detectará un 20% menos inflamación en cámara anterior en la escala de SUN en el grupo 1 en comparación con el grupo 2.
3. Se encontrará un porcentaje de hexagonalidad mayor al 45% en el grupo 2 en comparación con el grupo 1

## **3. DISEÑO DEL ESTUDIO**

### **3.1 Visión general**

Longitudinal, prospectivo, experimental, comparativo y controlado.

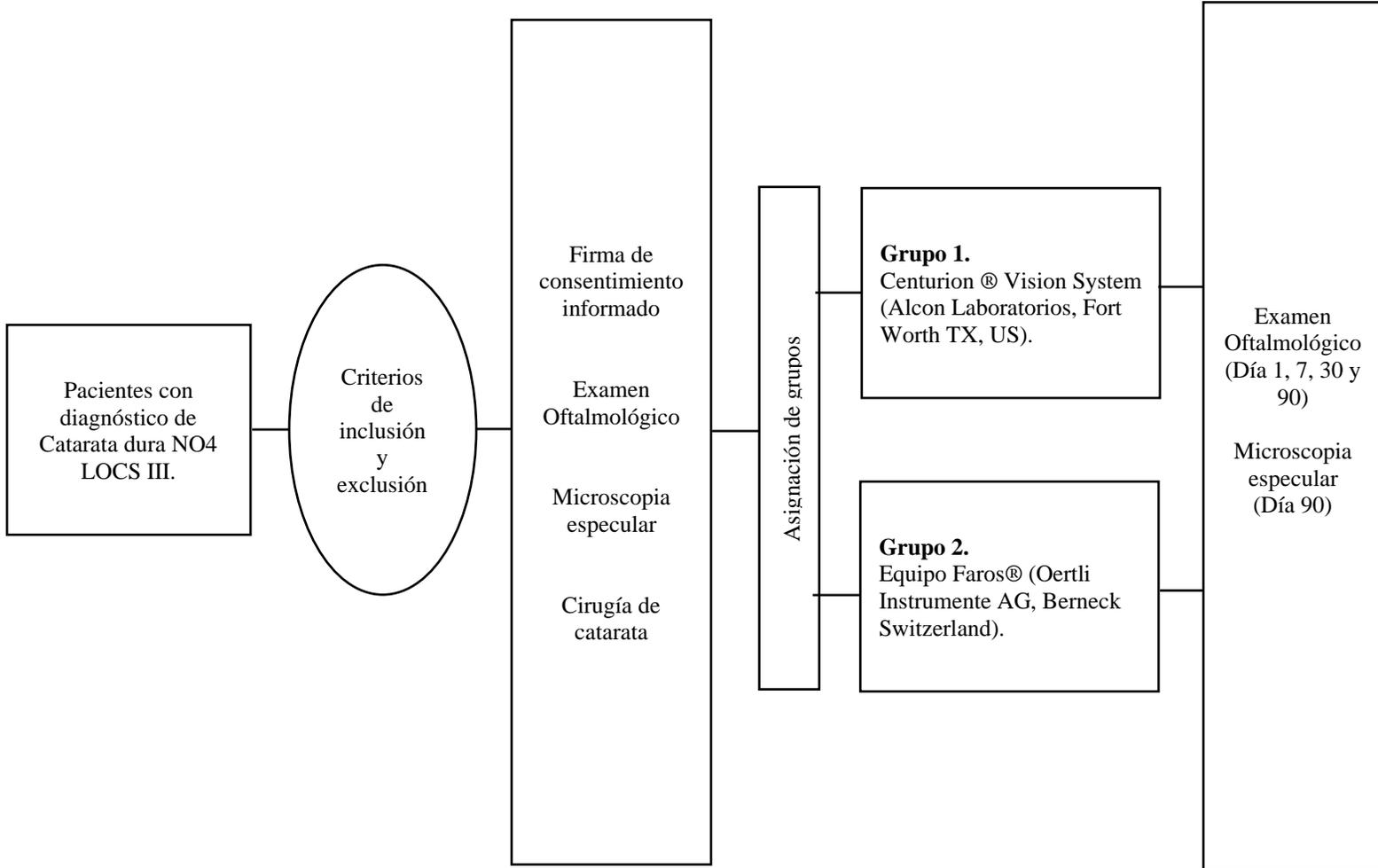
### **3.2. Número de sujetos**

72 ojos de 72 pacientes

#### **3.2.1 Asignación de tratamiento**

Asignación de equipo para facoemulsificación de catarata dura en 2 grupos de 36 pacientes cada uno.

ESQUEMA 1. DISEÑO DEL ESTUDIO



---

### 3.3 Centro de Investigación:

Asociación para Evitar la Ceguera en México I.A.P.

### 3.4 Duración del estudio

18 meses de duración

## 4. POBLACIÓN DEL ESTUDIO

### 4.1 Población objetivo

Pacientes con diagnóstico de Catarata NO4 NC4 LOCS III.

### 4.2 Criterios de Inclusión

- Hombres y mujeres de 40 años de edad o mayores
- Densidad de células endoteliales corneales dentro del rango de 2000 a 2500 células / mm<sup>2</sup>
- Dispuestos a firmar consentimiento informado
- Pacientes con diagnóstico catarata NO4 NC4 LOCS III.
- Programados para Facioemulsificación con implante de lente intraocular (LIO) monofocal

### 4.3 Criterios de Exclusión

- Pacientes con síndrome de pseudoexfoliación capsular o datos de debilidad zonular.
- Pacientes con Glaucoma pigmentario
- Uso de análogos de prostaglandinas o Dorzolamida tópica.
- Antecedente de cirugía complicada incluyendo pérdida de vítreo

### 4.4 Criterios de Eliminación

- Falla para acudir a sus visitas.

## 5. PARÁMETROS DEL ESTUDIO

### 5.1 Parámetro de Desenlace Primario

- Comparar el conteo de células endoteliales a los 3 meses de realizado el procedimiento quirúrgico entre grupos.
- **Grupo 1.** Centurion ® Vision System (Alcon Laboratorios, Fort Worth TX, US).
- **Grupo 2.** Equipo Faros® (Oertli Instrumente AG, Berneck Switzerland).

## 5.2 Parámetros de Desenlace Secundarios

- Determinar el grado de edema corneal por medio de la escala Roper-Hall en la biomicroscopía con lámpara de hendidura, al día 7 entre grupos.
- Determinar el grado de inflamación en cámara anterior mediante el uso de la escala de SUN en la biomicroscopía con lámpara de hendidura, al día 7 entre grupos.
- Comparar el porcentaje de hexagonalidad a los 3 meses de realizado el procedimiento quirúrgico entre grupos.

TABLA 1. PROGRAMA DE EVALUACIONES

PERIODO	Visita 1 (Escrutinio Inicial y Basal)	Visita 2. (Cirugía)	Visita 3	Visita 4	Visita 5	Visita 6 (final)	Visita No programada
SEMANA	Día -30 a -1	Día 0	Día 1	Día 7	Día 30	Día 90	
<b>GENERALES</b>							
Consentimiento Informado	•						
Criterios de Inclusión/Exclusión	•						
Historia clínica completa	•						
Exploración Oftalmológica	•		•	•	•	•	•
Edema Corneal			•	•	•	•	•
Inflamación del segmento anterior			•	•	•	•	•
Microscopía especular	•					•	
<b>SEGURIDAD</b>							
Eventos Adversos		•	•	•	•	•	•
Evaluaciones Clínicas			•	•	•	•	•
<b>CONSIDERACIONES PREQUIRURGICAS</b>							
Laboratorios	•						
Electrocardiograma	•						
Cálculo de LIO	•						

---

## 6. RETIRO PREMATURO DEL ESTUDIO

Se permitió el retiro prematuro de un paciente en caso de alguna de las siguientes situaciones:

- **Decisión del Investigador**- Por razones que protejan la seguridad del paciente, debidamente fundamentadas.
- **Decisión del paciente**- En cualquier momento y por las razones que el paciente considerara suficientes.

## 7. CONSIDERACIONES ESTADÍSTICAS

### 7.1 Cálculo del Tamaño de Muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó la fórmula de comparación de promedios. Se obtuvo el promedio del conteo de células endoteliales postquirúrgica a partir de lo reportado por Gonzalez-Salinas et al. 2018.<sup>5</sup>

$$N = \frac{2 S^2 (Z\alpha + Z\beta)^2}{\Delta^2}$$

Donde:

$Z\alpha$  = valor de z relacionado con  $\alpha = 0.05$

$Z\beta$  = valor de z relacionado con un  $\beta = 0.20$  (poder de 80 %).

$S^2$ = desviación estándar al cuadrado

Delta= Diferencia mínima clínicamente importante a detectar

$Z\alpha = 1.96$

$Z\beta = -0.84$

DE = 443.2

Delta = 180

$n = 35.9$  sujetos por grupo = 36

$n = 72$  para el total de la muestra.

### 7.2 Plan de Análisis Estadístico.

#### 7.2.1 Análisis estadístico de las características basales y demográficas

Las variables continuas se muestran como medias  $\pm$  desviación estándar (DE) o mediana y rango intercuartil, dependiendo de su distribución. Las variables cualitativas se resumen en porcentaje. Las diferencias entre las variables continuas se evaluaron mediante una prueba de t pareada o la prueba de Mann-Whitney dependiendo de la distribución de las mismas. La distribución de las variables se obtuvo con la prueba de Shapiro-Wilk. El análisis estadístico se realizó utilizando el software SPSS v.20 y el GraphPad PRISM versión 8.

### 7.2.2 Variables de desenlace primario

Conteo de células endoteliales: se evaluó la cantidad de células endoteliales mediante microscopía especular previo a la intervención y 3 meses post quirúrgico.

### 7.2.3 Variables secundarias

- Edema corneal: mediante la Escala de Roper-Hall se evaluará el grado de edema corneal.
- Inflamación en cámara anterior: se evaluó por medio de la escala de SUN.
- Hexagonalidad: medida por microscopía especular.

### 7.2.4 Cuadro operacional de variables

Nombre de la variable	Independiente o Dependiente	Tipo de variable: Nominal /ordinal/ dimensional	Unidad de medición	Instrumento de Medición	Momento de la medición
Edad	Independiente	Dimensional	Años cumplidos	Interrogatorio	Visita 1. Prequirúrgico
Género	Independiente	Nominal	Femenino o masculino	Interrogatorio y exploración física	Visita 1. Prequirúrgico
Células endoteliales	Independiente	Discreta	Número de células	Microscopía especular	Visita 1. Prequirúrgico Visita 6 o final, 3 meses post operatorio
Edema corneal	Dependiente	Ordinal	Grado I, II, III o IV de acuerdo a escala de Roper-Hall	Biomicroscopía	Visita 4. 1 semana post operatorio
Inflamación	Dependiente	Ordinal	Grado 0.5+, 1+, 2+, 3+, o 4+ de acuerdo a escala de SUN	Biomicroscopía	Visita 4. 1 semana post operatorio
Hexagonalidad	Dependiente	Discreta	Porcentaje	Microscopía especular	Visita 6 o final, 3 meses post operatorio

---

### 7.2.5 Procesamiento de la Información

El análisis estadístico se realizó utilizando el software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS v.20) y el GraphPad PRISM versión 8.

## 8. MÉTODO

Estudio longitudinal, prospectivo, experimental, comparativo y controlado y aleatorizado, en el cual se reclutaron pacientes consecutivos para cirugía de catarata de rutina y se asignaron a uno de los siguientes equipos de facoemulsificación: el equipo Centurion® Vision System o el equipo Faros® Oertli, en APEC Hospital de la Ceguera en el periodo comprendido de enero 2021 a junio 2022. La cirugía de catarata se realizó por cirujanos oftalmólogos cursando la especialidad de segmento anterior.

Se seleccionarán pacientes con catarata estadiada mediante LOCS III de NO4 NC4, se realizó toma de microscopia especular previo a la cirugía y a los 3 meses de la misma, evaluando en dicho estudio el conteo de células endoteliales y su hexagonalidad.

Se dividieron a los pacientes en dos grupos: Grupo 1. Centurion® Vision System (Alcon Laboratorios, Fort Worth TX, US) y Grupo 2. Equipo Faros® (Oertli Instrumente AG, Berneck Switzerland), con un total de 36 pacientes por grupo.

Se evaluó clínicamente el grado de edema corneal por medio de la escala Roper-Hall, así como el grado de inflamación en cámara anterior mediante la escala de SUN en la biomicroscopía con lámpara de hendidura, a los días 1, 7, 30 y 90 entre grupos.

Se obtuvo la firma del consentimiento informado propuesto para este estudio y se resolvieron las dudas del paciente previo a la cirugía

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: hombres y mujeres de 40 años de edad o más, pacientes con diagnóstico catarata estadiada como NO4 NC4 mediante LOCS III, densidad de células endoteliales corneales dentro del rango de 2000 a 2500 células / mm<sup>2</sup>, y que fueran a programarse para cirugía de facoemulsificación con implante de lente intraocular (LIO) monofocal.

Los criterios de exclusión fueron conteos de células endoteliales menor al rango esperado por edad, pacientes con síndrome de pseudoexfoliación capsular o datos de debilidad zonular, pacientes con glaucoma pigmentario, uso de análogos de prostaglandinas o dorzolamida tópica y antecedente de cirugía complicada incluyendo pérdida de vítreo.

### Técnica quirúrgica

El procedimiento de facoemulsificación se realizó con el equipo Centurion (Alcon Surgical, Inc.) o con el equipo Faros (Oertli Instruments AG) utilizando irrigación forzada monitoreada. La cirugía se realizó bajo anestesia local vigilada a través de una incisión corneal transparente temporal de 2.2 mm. Se utilizó punta Kelman de 0,9 mm de 45 grados y se activó en cada procedimiento el Phaco inteligente, función del software, diseñada para minimizar la obstrucción de la punta.

Se realizó la facoemulsificación con la técnica de phaco-chop horizontal en todos los pacientes con parámetros previamente establecidos para cada grupo.

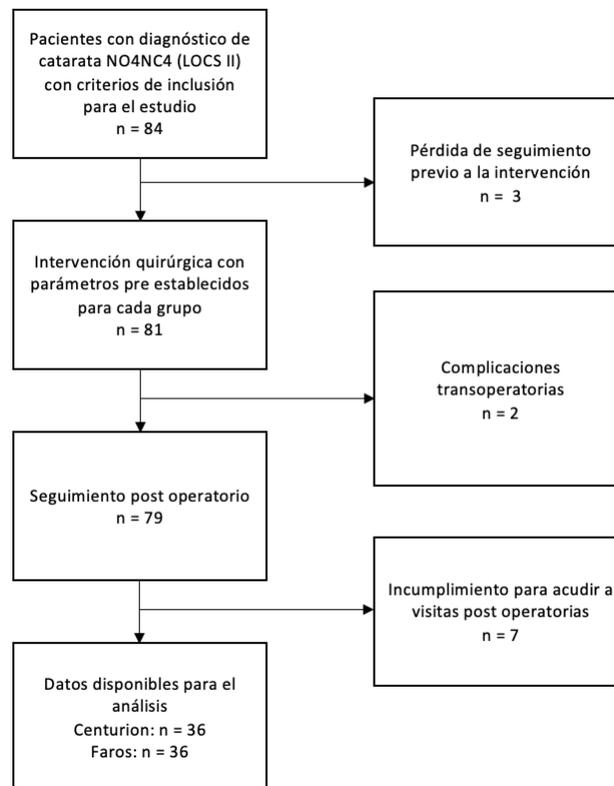
Centurion (Alcon Surgical, Inc.): vacío 400, poder 60%

Faros (Oertli Instruments AG): vacío 350, poder 60%).

Se procedió a la colocación de lente intraocular monofocal con aspiración secundaria de material viscoelástico, se hidrataron puertos quirúrgicos con solución salina y se dio por terminado el procedimiento.

## 9. RESULTADOS

Se reclutaron pacientes con diagnóstico de catarata NO4NC4 (LOCS III) que cumplieran con los criterios de inclusión anteriormente mencionados (ver método) con un total de 84 ojos a tratar. Previo a la intervención quirúrgica, tres pacientes dejaron de acudir a la institución por lo que perdieron su seguimiento. De los 81 pacientes que se sometieron a la intervención quirúrgica tras asignación de grupos, dos pacientes fueron excluidos del estudio por complicaciones transoperatorias (entre ellas pérdida de vítreo y conversión a extracción extracapsular de catarata). Un total de 79 pacientes continuaron su seguimiento post operatorio, sin embargo, 7 de ellos tuvieron incumplimientos para acudir a sus consultas subsecuentes. (Esquema 2)



Esquema 2: Diagrama de flujo STROBE

Se estudiaron un total de 72 ojos en pacientes con un rango de edad de 45 a 100 años con una edad media de  $68.55 \pm 11.15$ , subdivididos en los grupos 1 (Centurion) y 2 (Oertli), una cantidad de 36 ojos para cada grupo. La mayoría de los pacientes incluidos fueron mujeres en un 68.05% y los ojos tratados fueron ojos izquierdos en un 55.5%. Se evaluaron el conteo de células endoteliales pre y post operatorio (día 90), la hexagonalidad de las células endoteliales pre y post operatoria (día 90), y en los días 1, 7, 30 y 90, la agudeza visual mejor corregida (AVMC), el edema corneal (utilizando la escala de Roper-Hall) y la celularidad en cámara anterior (utilizando la escala de SUN).

### 9.1 - Conteo endotelial

Se tomó una microscopía especular previo a la intervención quirúrgica a todos los pacientes para documentar el conteo endotelial basal, con una mediana de 2544 células/mm<sup>2</sup> (RIQ: 2222-2734) para el grupo 1 y 2519 células/mm<sup>2</sup> (RIQ: 2413-

3002) para el grupo 2. (Tabla 1) No se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre grupos ( $p = 0.1593$ ). (Figura 1)

<i>Conteo endotelial preoperatorio</i> N = 72			
	Grupo 1; n= 36	Grupo 2; n= 36	P = 0.1593 (NS)
<i>Mediana</i>	2544	2519	
<i>Percentil 25%</i>	2222	2413	
<i>Percentil 75%</i>	2734	3002	

Tabla 1: Conteo endotelial corneal preoperatorio.

A los tres meses del post operatorio, se repitió la toma de microscopía especular para los pacientes que ya han concluido su seguimiento (23 y 28 respectivamente). Se obtuvo con una media de  $2014 \pm 458.9$  células/mm<sup>2</sup> para el grupo 1 y  $2174 \pm 453.9$  células/mm<sup>2</sup> para el grupo 2. (Tabla 2) No se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre grupos ( $p = 0.2187$ ). (Figura 2).

<i>Conteo endotelial post operatorio</i> N = 51			
	Grupo 1; n= 23	Grupo 2; n= 28	P = 0.2187 (NS)
<i>Media ± SD</i>	$2014 \pm 458.9$	$2174 \pm 453.9$	

Tabla 2: Conteo endotelial corneal post quirúrgico.

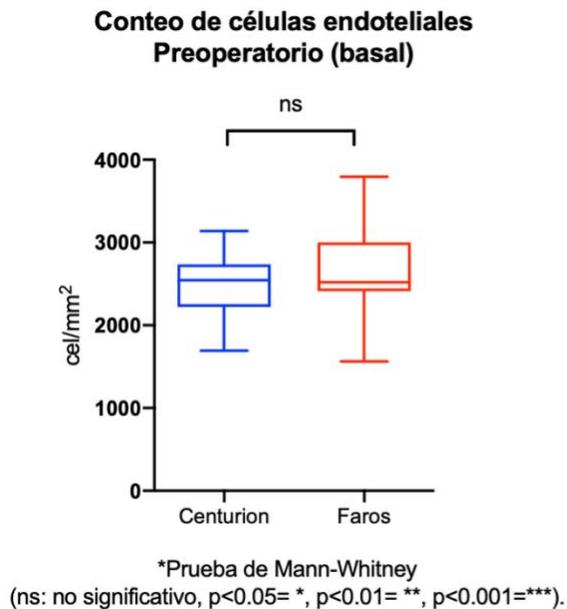


Figura 1: Diagrama de cajas y bigotes del conteo de células endoteliales previo a la intervención. No existe una diferencia significativa entre grupos.

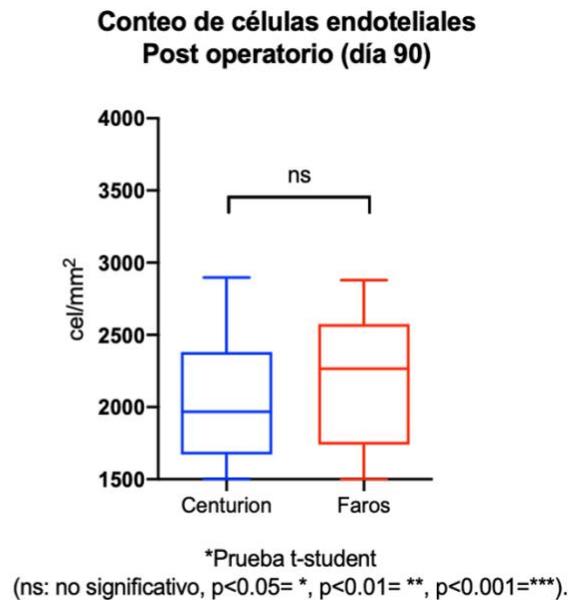


Figura 2: Diagrama de cajas y bigotes del conteo de células endoteliales a los 3 meses. No existe una diferencia significativa entre grupos.

Se hizo una comparación pareada en cada uno de los grupos (1 y 2) de forma basal y post operatoria. En el grupo 1 hubo un cambio de  $2502 \pm 361.0$  células/mm<sup>2</sup> a  $2014 \pm 458.9$  células/mm<sup>2</sup> que resultó estadísticamente significativo ( $p < 0.0001$ ). (Tabla 3). En el grupo 2 hubo un cambio de 2519 células/mm<sup>2</sup> (RIQ: 2413 – 3002) en el preoperatorio a 2266 células/mm<sup>2</sup> (RIQ: 1740 – 2575) en el post operatorio, lo cual también demostró ser estadísticamente diferente ( $p < 0.0001$ ). (Tabla 4) Ambos resultados son esperados tras realizar la maniobra. (Figura 3 y 4).

Conteo endotelial pre y post operatorio (Grupo 1)

	Preoperatorio; n= 36	Postoperatorio; n= 23	
Media ± SD	2502 ± 361.0	2014 ± 458.9	<b>P = &lt;0.0001 (ES)</b>

Tabla 3: Relación pareada en el conteo de células endoteliales del grupo 1 previo y posterior a la cirugía.

Conteo endotelial pre y post operatorio (Grupo 2)

	Preoperatorio; n= 36	Postoperatorio; n= 28	
Mediana	2519	2266	<b>P = &lt;0.0001 (ES)</b>
Percentil 25%	2413	1740	
Percentil 75%	3002	2575	

Tabla 4: Relación pareada en el conteo de células endoteliales del grupo 2 previo y posterior a la cirugía.

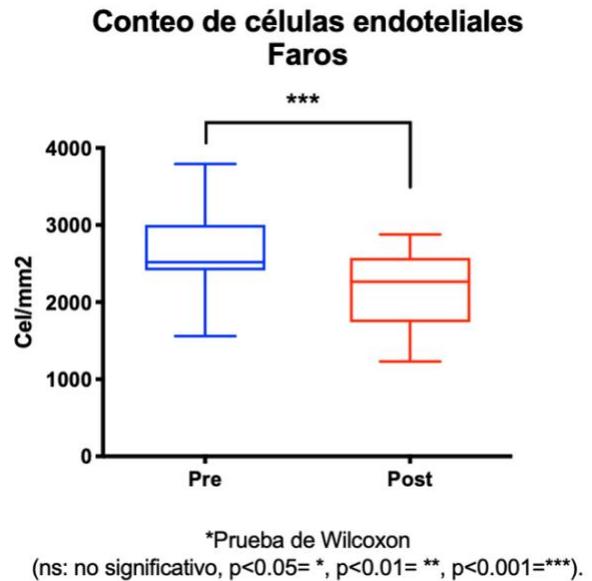
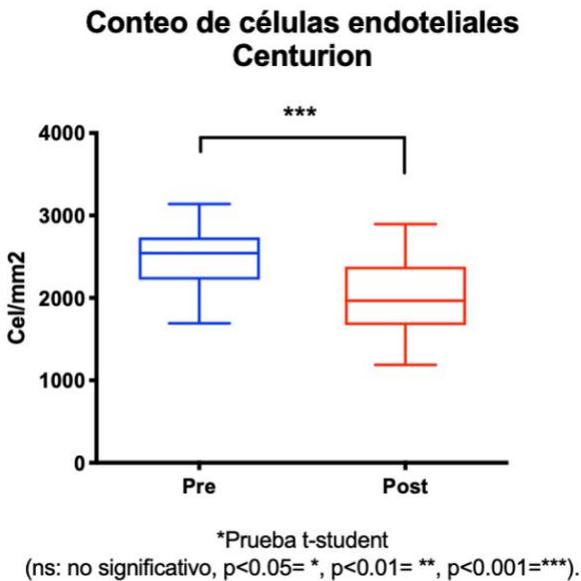


Figura 3: Diagrama de cajas y bigotes del conteo de células endoteliales previo y posterior a la intervención en el grupo 1. Se aprecia una pérdida significativa de células a lo largo del tiempo.

Figura 4: Diagrama de cajas y bigotes del conteo de células endoteliales previo y posterior a la intervención en el grupo 2. Se aprecia una pérdida significativa de células a lo largo del tiempo.

Además, se estudió la pérdida endotelial para cada paciente tras la intervención obteniéndose la delta ( $\Delta$ ) para cada grupo. El grupo 1 presentó una pérdida de  $562.2 \pm 369.4$  células/mm<sup>2</sup> en comparación a  $562.3 \pm 317.7$  células/mm<sup>2</sup> en el grupo 2. (Tabla 5) No se observó una diferencia estadísticamente significativa entre grupos ( $p = 0.9992$ ), en realidad, los hallazgos son extremadamente similares entre grupos. (Figura 5).

<i>Δ Conteo endotelial</i> N = 50		Grupo 1; n= 22	Grupo 2; n= 28	
<i>Media ± SD</i>		562.2 ± 369.4	562.3 ± 317.7	P = 0.9992 (NS)

Tabla 5: Promedio de pérdida de células endoteliales por grupo.

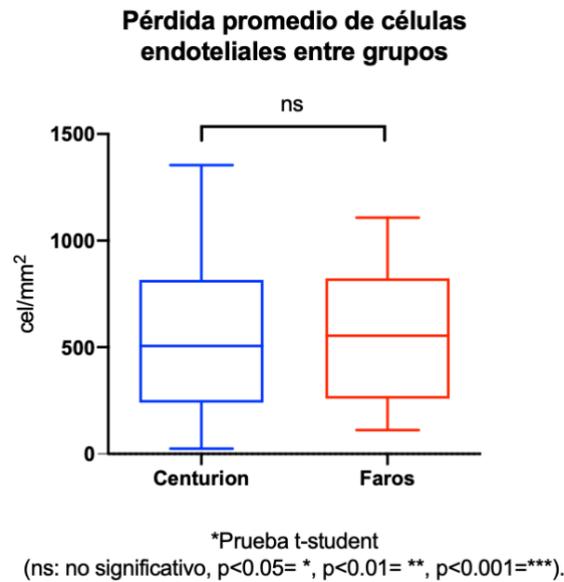


Figura 5: Diagrama de cajas y bigotes que muestra la pérdida de células endoteliales tras la intervención para cada grupo. Los hallazgos son prácticamente idénticos.

## 9.2 - Porcentaje de hexagonalidad en microscopía especular

Dentro de la microscopía especular tomada a cada paciente previo a la intervención quirúrgica, se reportó el porcentaje de hexagonalidad, que se traduce en endotelio sano. Se encontró una hexagonalidad media de  $48.08 \pm 12.57$  para el grupo 1 y  $47.74 \pm 10.36$  para el grupo 2. (Tabla 6) No se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre grupos ( $p = 0.9190$ ). (Figura 6)

<i>Hexagonalidad preoperatoria</i> N = 47		Grupo 1; n= 24	Grupo 2; n= 23	
<i>Media ± SD</i>		48.08 ± 12.57	47.74 ± 10.36	P = 0.9190 (NS)

Tabla 6: Porcentaje de hexagonalidad prequirúrgico entre grupos.

A los tres meses del post operatorio se reportaron los cambios en hexagonalidad. Se obtuvo un porcentaje de hexagonalidad de  $49.15 \pm 11.57$  para el grupo 1 y  $45.12 \pm 8.135$  para el grupo 2. (Tabla 7) No se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre grupos ( $p = 0.1720$ ). (Figura 7).

Hexagonalidad $N = 46$ post operatoria			
	Grupo 1; n= 20	Grupo 2; n= 26	
Media $\pm$ SD	$49.15 \pm 11.57$	$45.12 \pm 8.135$	P = 0.1720 (NS)

Tabla 7: Porcentaje de hexagonalidad post quirúrgico entre grupos.

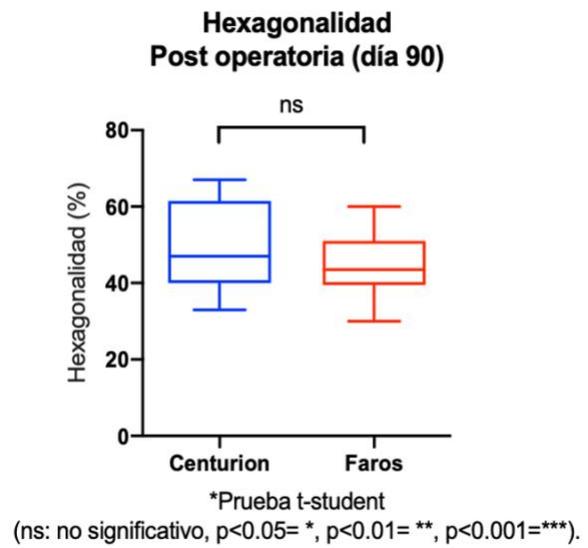
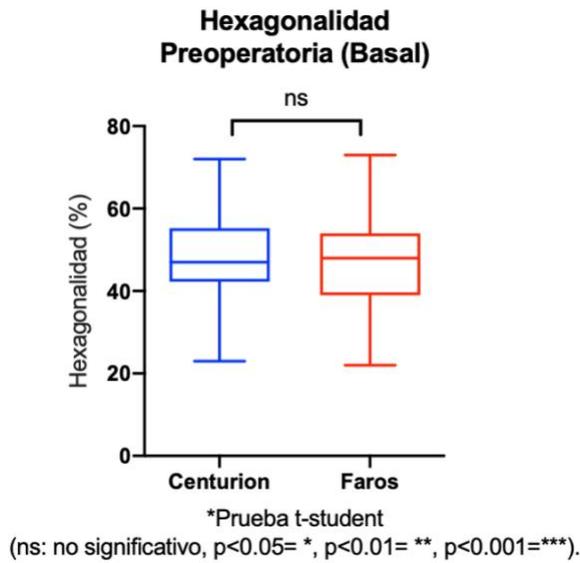


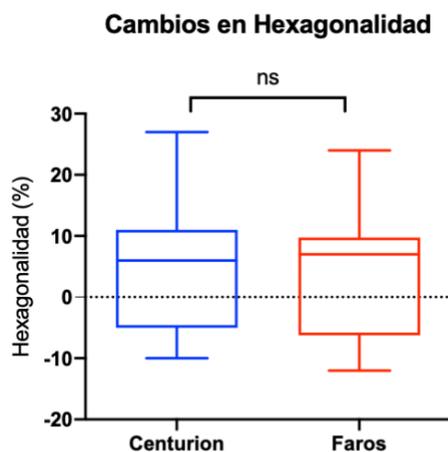
Figura 6: Diagrama de cajas y bigotes que muestra el porcentaje de hexagonalidad previo a la cirugía. No existe una diferencia significativa entre grupos.

Figura 7: Diagrama de cajas y bigotes que muestra el porcentaje de hexagonalidad posterior a la cirugía. No se encontró una diferencia significativa entre grupos.

Se estudió el cambio en el porcentaje de hexagonalidad para cada paciente tras la intervención, obteniéndose la delta ( $\Delta$ ) promedio para cada grupo. En el grupo 1 se encontró un cambio con una media de  $4.545 \pm 10.61$  mientras que el grupo 2 reportó un cambio de  $3.722 \pm 10.36$ . (Tabla 8) Llama la atención un aparente aumento en el porcentaje de hexagonalidad para ambos grupos, lo cual es poco probable ya que, de forma inevitable, el endotelio se somete a daño durante la cirugía de catarata. No se observó una diferencia estadísticamente significativa entre grupos ( $p = 0.8385$ ). (Figura 8).

$\Delta$ % de hexagonalidad $N = 29$			
	Grupo 1; n= 11	Grupo 2; n= 18	
Media $\pm$ SD	$4.545 \pm 10.61$	$3.722 \pm 10.36$	P = 0.8385 (NS)

Tabla 8: Cambio en el porcentaje de hexagonalidad post quirúrgico entre grupos.



\*Prueba t-student  
(ns: no significativo,  $p < 0.05 = *$ ,  $p < 0.01 = **$ ,  $p < 0.001 = ***$ ).

Figura 8: Diagrama de cajas y bigotes que muestra el cambio en el porcentaje de hexagonalidad de las células endoteliales tras la intervención para cada grupo. Se aprecia una ligera tendencia hacia una menor alteración en el porcentaje de hexagonalidad en el grupo 2.

### 9.3 - Agudeza visual mejor corregida

Posterior a la intervención, se documentó la AVMC en las visitas a los días 1, 7 y 30. En el primer día post operatorio se encontró una AVMC de  $0.331 \pm 0.2336$  (logMAR) en el grupo 1 y de  $0.3752 \pm 0.2811$  (logMAR) en el grupo 2. (Tabla 9) No se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre grupos ( $p = 0.4869$ ). (Figura 9). En el día 7, se encontró una AVMC de 0.15 (RIQ 0.0 – 0.40) en el grupo 1 y de 0.15 (RIQ 0.0 – 0.275) en el grupo 2. (Tabla 10) Tampoco se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre grupos ( $p = 0.3855$ ). (Figura 10) en este punto del estudio.

AVMC  $N = 68$   
día 1

	Grupo 1; n= 35	Grupo 2; n= 33	P = 0.4869 (NS)
Media $\pm$ SD	0.331 $\pm$ 0.2336	0.3752 $\pm$ 0.2811	

Tabla 9: Agudeza visual mejor corregida (AVMC) entre grupos día 1.

AVMC  $N = 66$   
día 7

	Grupo 1; n= 30	Grupo 2; n= 36	P = 0.3855 (NS)
Mediana	0.15	0.15	
Percentil 25%	0.0	0.0	
Percentil 75%	0.40	0.275	

Tabla 10: Agudeza visual mejor corregida (AVMC) entre grupos día 7.

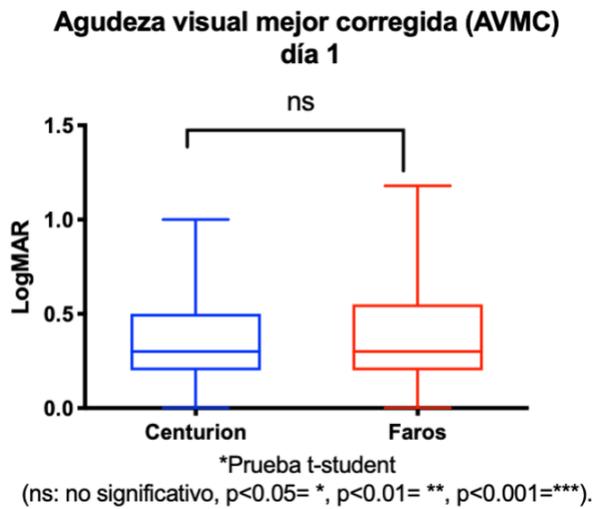


Figura 9: Diagrama de cajas y bigotes que plasma la AVMC entre grupos al día 1. No existe una diferencia significativa entre grupos.

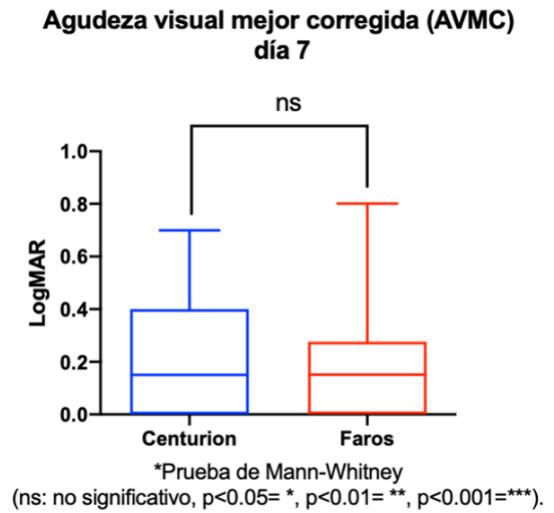


Figura 10: Diagrama de cajas y bigotes que muestra la AVMC entre grupos al día 7 similar para ambos grupos, sin diferencia significativa entre grupos.

#### 9.4 - Edema corneal

En las consultas post operatorias, se documentó el edema corneal con base en la escala de Roper-Hall en los días 1 y 7. En el primer día post operatorio se encontró una mediana de 1.0 (RIQ 1.0 – 2.0) en el grupo 1 y de 1.5 (RIQ 1.0 – 2.0) en el grupo 2. (Tabla 11) No se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre grupos ( $p = >0.9999$ ). (Figura 11). En el día 7, se encontró una mediana de 1.0 (RIQ 1.0 – 1.0) para ambos grupos (Tabla 12), sin diferencias entre ambos ( $p = 0.7278$ ). (Figura 12).

*Roper-Hall* N = 71  
día 1

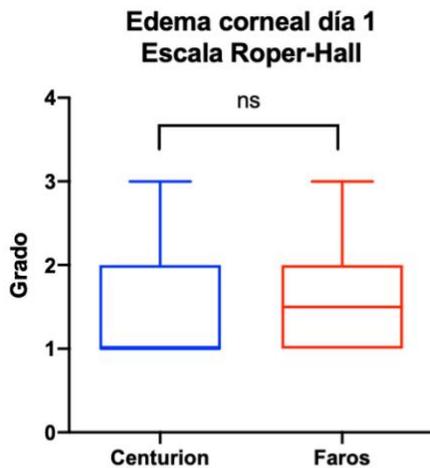
	Centurión; n= 35	Faros; n= 36	P = >0.9999 (NS)
<i>Mediana</i>	1.0	1.5	
<i>Percentil 25%</i>	1.0	1.0	
<i>Percentil 75%</i>	2.0	2.0	

Tabla 11: Edema corneal en el día 1 entre grupos.

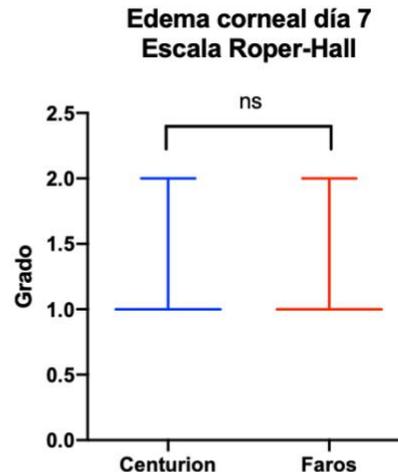
*Roper-Hall* N = 69  
día 7

	Centurión; n= 33	Faros; n= 36	P = 0.7278 (NS)
<i>Mediana</i>	1.0	1.0	
<i>Percentil 25%</i>	1.0	1.0	
<i>Percentil 75%</i>	1.0	1.0	

Tabla 12: Edema corneal en el día 7 entre grupos.



\*Prueba de Mann-Whitney  
(ns: no significativo,  $p < 0.05 = *$ ,  $p < 0.01 = **$ ,  $p < 0.001 = ***$ ).



\*Prueba de Mann-Whitney  
(ns: no significativo,  $p < 0.05 = *$ ,  $p < 0.01 = **$ ,  $p < 0.001 = ***$ ).

Figura 11: Diagrama de cajas y bigotes que muestra el grado de edema corneal entre grupos en el día 1. No existe una diferencia significativa entre grupos.

Figura 12: Diagrama de cajas y bigotes que muestra el grado de edema corneal entre grupos en el día 7. La distribución es igual entre grupos.

### 9.5 – Inflamación en cámara anterior

Se documentó el grado de celularidad en cámara anterior con base en la escala de SUN en los días 1 y 7. En el primer día post operatorio se encontró una mediana de 1.0 (RIQ 1.0 – 2.0) en el grupo 1 y de 2.0 (RIQ 2.0 – 3.0) en el grupo 2. (Tabla 13) Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre grupos ( $p = 0.0004$ ), con una mayor inflamación en cámara anterior en el grupo 2 (Figura 13). En el día 7, se reportó una mediana de 0.5 (RIQ 0.0 – 1.0) en el grupo 1 y de 0.5 (RIQ 0.5 – 1.0) en el grupo 2 (Tabla 14), de igual manera, se encontró una diferencia significativa entre grupos ( $p = 0.0282$ ). (Figura 14).

SUN N = 68  
día 1

	Centurión; n= 33	Faros; n= 35	<b>P = 0.0004 (ES)</b>
Mediana	1.0	2.0	
Percentil 25%	1.0	2.0	
Percentil 75%	2.0	3.0	

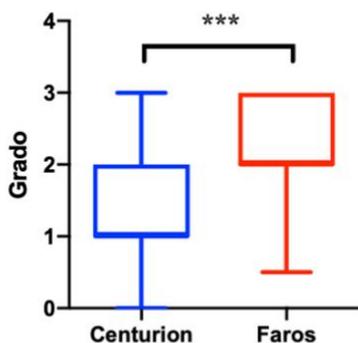
Tabla 13: Celularidad en cámara anterior en el día 1 entre grupos.

SUN N = 66  
día 7

	Centurión; n= 33	Faros; n= 36	<b>P = 0.0282 (ES)</b>
Mediana	0.5	0.5	
Percentil 25%	0.0	0.5	
Percentil 75%	1.0	1.0	

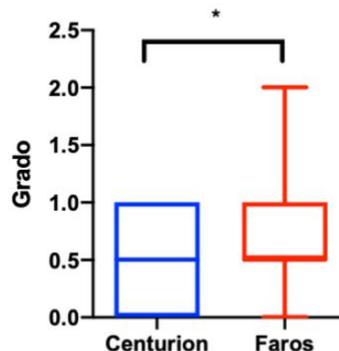
Tabla 14: Celularidad en cámara anterior en el día 7 entre grupos.

**Inflamación en cámara anterior día 1  
Clasificación de SUN**



\*Prueba de Mann-Whitney  
(ns: no significativo,  $p < 0.05 = *$ ,  $p < 0.01 = **$ ,  $p < 0.001 = ***$ ).

**Inflamación en cámara anterior día 7  
Clasificación de SUN**



\*Prueba de Mann-Whitney  
(ns: no significativo,  $p < 0.05 = *$ ,  $p < 0.01 = **$ ,  $p < 0.001 = ***$ ).

Figura 13: Diagrama de cajas y bigotes que muestra el grado de inflamación en cámara anterior entre grupos en el día 1. Existe una diferencia estadísticamente significativa entre grupos, con una mayor inflamación en el grupo 2.

Figura 14: Diagrama de cajas y bigotes que muestra el grado de inflamación en cámara anterior entre grupos en el día 7. Existe una diferencia estadísticamente significativa entre grupos, con una mayor inflamación en el grupo 2.

Ambos equipos han demostrado ser eficientes y seguros para el manejo de catarata dura, con pocas tasas de complicaciones intraoperatorias (un paciente en cada grupo). En cuanto a los parámetros clínicos, los pacientes del grupo 1 (Centurion®), presentaron un menor grado de inflamación en cámara anterior en el día 1 y 7 de forma significativa en comparación a los pacientes del grupo 2 (Faros®). Para el día 30, no se encontró una diferencia significativa entre grupos en cuanto al grado de inflamación siendo nula en la gran mayoría de los pacientes. Por otro lado, las pérdidas del conteo endotelial fueron prácticamente idénticas entre grupos ( $562.2 \pm 369.4$  vs  $562.3 \pm 317.7$ ), es decir, la energía emitida por ambos equipos tiene una implicación muy similar en el número de células endoteliales consumidas. También, como parte de los aspectos a evaluar en la microscopía confocal, el porcentaje de hexagonalidad fue ligeramente mayor (de forma no significativa) en el grupo 1, sin embargo, estos datos resultan algo llamativos, ya que posterior a una intervención intraocular, el endotelio corneal se modifica inevitablemente y se esperaría encontrar una disminución en el porcentaje de hexagonalidad posterior a la maniobra. La agudeza visual mejor corregida fue evaluada en el día 1, 7 y 30 reportada en logMAR. Se encontró una ligera mejoría en la AVMC en el grupo 1 ( $0.331 \pm 0.2336$  en el grupo 1 vs  $0.3752 \pm 0.2811$ ) de forma no significativa, mientras que en el día 7 la AVMC fue sumamente similar en ambos grupos;  $0.15$  (RIQ  $0.0 - 0.40$ ) en el grupo 1 vs  $0.15$  (RIQ  $0.0 - 0.275$ ) para el grupo 2. Para el día 30, no se encontró diferencia estadísticamente significativa en la AVMC entre grupos. Por otro lado, aunque no estadísticamente significativo, los pacientes del grupo 2 presentaron mayores grados de edema corneal en el primer día post operatorio, sin embargo, en el día 7 el grado de inflamación fue igual para ambos grupos y en el día 30 ningún paciente presentó edema corneal. Es necesario completar el seguimiento de los pacientes para obtener resultados más sólidos.

---

## 10. DISCUSIÓN

El manejo de catarata dura implica un reto para el oftalmólogo por la dificultad técnica transoperatoria y las complicaciones que puede conllevar la cirugía, sin embargo, su remoción ofrece una mejoría significativa en la capacidad visual del paciente y, por ende, en su calidad de vida. Existen diversos abordajes quirúrgicos en este tipo de cataratas, entre los cuales se encuentran: la extracción intracapsular de catarata, la extracción extracapsular de catarata, la cirugía de catarata con incisión pequeña (SICS), la cirugía de catarata asistida por femtosegundo y la facoemulsificación. (6) Cada una de éstas ofrece distintas ventajas y limitaciones, la decisión de la técnica a utilizar dependerá de la comodidad y experiencia del cirujano, las particularidades de la catarata, las comorbilidades del ojo a tratar (p. ej., soporte zonular, conteo endotelial) y la disponibilidad de equipos e instrumental quirúrgico. (6)

En cuanto a la remoción de catarata por facoemulsificación, existen diferentes equipos en el mercado que han demostrado ser efectivos y seguros para el manejo de catarata dura. Algunos de éstos cuentan con distintas modalidades de ultrasonido como lo son el ultrasonido longitudinal, transversal y/o torsional. Lo anterior cobra una especial importancia ya que, de acuerdo con algunos estudios, tanto clínicos como experimentales, equipos con modalidad de ultrasonido torsional han demostrado tener importantes ventajas transoperatorias como lo son la disminución en la repulsión de fragmentos (*chattering*), una mayor capacidad para atraer los fragmentos de catarata a la punta de faco (*followability*) y un menor tiempo de ultrasonido (7), así como una evolución clínica más favorable en el post operatorias en cataratas de distinta densidad nuclear.

En un estudio clínico realizado por Christakis y cols., se comparó el desempeño intraoperatorio y los resultados postoperatorios de tres equipos de facoemulsificación, cada uno con distintas modalidades de ultrasonido: el Infiniti® Vision System (Alcon Laboratories, Fort Worth TX, US) *torsional*, el Stellaris® (Bausch + Lomb) *longitudinal* y el WhiteStar Signature Ellips-Fx (Johnson & Johnson Vision) *transversal*. Los pacientes fueron divididos para cada grupo respectivamente y el grupo de ultrasonido torsional presentó menor *chattering*, tiempo de faco, y edema corneal post operatorio, así como mayor *followability*, agudeza visual mejor corregida (AVMC) y grosor corneal central (GCC). La estabilidad de cámara anterior durante la cirugía se mantuvo similar en los equipos con ultrasonido torsional y longitudinal, y no así para el transversal. (7)

Un trabajo experimental por Han y cols., estudió en estos mismos equipos y en el laboratorio, la cantidad de fluido que entra por la punta de faco una vez terminada la oclusión del fragmento (*surge*), el tiempo de aumento de vacío y la precisión en el límite de vacío. En condiciones controladas, el Infiniti® alcanza en un menor tiempo el vacío determinado, tiene mayor precisión en el alcance del límite de vacío y menor *surge*. (8) Un estudio experimental más reciente por Sharif-Kashani y cols., midió los mismos parámetros y estudió los mismos equipos que Han y cols. y agregó a su estudio el equipo Centurión®; los autores encontraron que Centurion tuvo menor *surge* que Infiniti® y WhiteStar Signature®, la precisión del límite de vacío fue mayor con Infiniti® y WhiteStar Signature® que con Centurión y el tiempo en el aumento de vacío fue similar para todos los equipos excepto Stellaris®. (9)

Se han realizado estudios que comparan las modalidades de ultrasonido longitudinal y torsional en un mismo equipo (Infiniti® Vision System). Este es el caso de los trabajos por Rekas y cols., Liu y cols., y Reuschel y cols., quienes apuntan a mejores desenlaces trans y post operatorios en los pacientes sometidos a cirugía con modalidad torsional. Cabe destacar que Rekas y cols. encontraron una diferencia estadísticamente significativa en el consumo de CDE en modo torsional para catarata NI-NIII, pero no así para cataratas duras NIV (LOCS III) (10) como lo hicieron Liu y cols. que reportaron un menor CDE en modo torsional en todas las densidades nucleares. (11) Tanto Rekas y cols. como Reuschel y cols. encontraron una disminución en el consumo de energía total. Además, Liu y cols. reportaron una menor pérdida de células endoteliales al día 7 y 30 en el grupo intervenido con ultrasonido torsional. (11) No obstante, Reuschel y cols., aunque si encontraron una diferencia estadísticamente significativa entre grupos en cuanto al tiempo de ultrasonido y la energía utilizada, no obtuvieron una correlación significativa de dichos parámetros con la pérdida de células endoteliales en cataratas NII-NIII. (12)

Además de las comparaciones en los distintos tipos de ultrasonido, se han encontrado diferencias entre equipos de facoemulsificación con la misma modalidad de ultrasonido. Diversos autores como González-Salinas y cols., Oh y cols., y Chen y cols., han estudiado el desempeño de los equipos Centurion® e Infiniti®, ambos con modalidad de ultrasonido torsional, que utilizan sistemas de fluídica activa y fluídica por gravedad, respectivamente. En todos los estudios se midió

---

el consumo de CDE en diferentes densidades nucleares (NII-NIV), y en todos se encontró un menor consumo en el sistema de fluídica activa (5)(13)(14) esto fue además constante en estudios con múltiples cirujanos para todas las densidades nucleares, como el de Chen y cols.(15). En los estudios por González-Salinas y cols., se encontraron menores tiempos y flujos de aspiración en cataratas NII-NIV operadas con Centurion® en comparación a Infiniti® (5)(14)

Otro equipo que se ha propuesto como una buena herramienta en el manejo de catarata dura es Faros® (Oertli Instrumente AG, Berneck Switzerland), no obstante, no existen reportes en la literatura que hablen acerca de su desempeño ni su comparación con otros equipos en el mercado. Este equipo se compone de una bomba SPEEP (speed and precision) que combina las ventajas de ser una bomba peristáltica controlada por flujo con la agilidad de la bomba Venturi, permitiendo así el control independiente del flujo y vacío. El diseño de su pieza de mano easyPhaco® genera altos vacíos en su tubería lo que provee una alta tasa de oclusión, y por ende, una menor repulsión de los fragmentos, menor turbulencia y gran estabilidad en la cámara anterior. La emisión de su ultrasonido es de modo longitudinal.

A falta de estudios que valoren la seguridad y efectividad de Faros® en el manejo de catarata dura, se decidió hacer la comparación con uno de los equipos más nuevos, seguros e innovadores del mercado, Centurion®. Algunos de los parámetros más utilizados para la comparación de equipos de facoemulsificación como el CDE no son comparables entre estas plataformas de distintas casas comerciales, por lo que se optó por utilizar parámetros clínicos post operatorios como AVMC, la magnitud de edema corneal e inflamación en cámara anterior y valores cuantitativos como la pérdida y alteración morfológica de las células endoteliales.

Evaluando la variable principal de desenlace, se encontró que ambos grupos presentando una pérdida de células endoteliales prácticamente iguales; con una tendencia hacia un mayor porcentaje de hexagonalidad en el grupo 1 (no significativo). Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el grado de inflamación en cámara anterior en el primer y séptimo día post operatorio en el grupo 1. El resto de las variables evaluadas no mostraron una diferencia significativa entre grupos en las diferentes mediciones en el tiempo.

En comparación a lo reportado en la literatura, como en el estudio de Christakis y cols., los pacientes intervenidos con equipos con modalidad de ultrasonido torsional obtuvieron mejores resultados en AVMC. Este grupo de autores también encontró un menor grado de edema corneal en el grupo tratado con ultrasonido torsional. En el estudio por Liu y cols., en el cual evaluaron las modalidades torsional y longitudinal de un mismo equipo de facoemulsificación (Infiniti®) también se encontró una mejor AVMC en el grupo de ultrasonido torsional y un grado mayor de edema corneal en el grupo tratado con ultrasonido longitudinal en los días 1 y 7. Ambos hallazgos discutidos en estos dos estudios son compatibles con lo encontrado en nuestra investigación en el primer día del post operatorio aunque de forma no significativa, sin embargo, aparenta haber una ligera tendencia hacia dichos hallazgos. Por último, Liu y cols. reportaron una menor pérdida de células endoteliales en el grupo torsional de forma significativa, datos que difieren con el presente estudio ya que los resultados entre grupos en este estudio son prácticamente iguales. Por otro lado, Reuschel y cols. también compararon el desempeño de estos dos tipos de ultrasonidos evaluando entre otras variables la pérdida de células endoteliales y la AVMC. No encontraron una diferencia estadísticamente significativa en la pérdida de células endoteliales ni en AVMC entre grupos, mismos hallazgos que en el presente estudio.

## 11. CONCLUSIONES

Este es el primer estudio que evalúa el desempeño del equipo Faros® en facoemulsificación de catarata dura. Este equipo ha demostrado ser seguro y efectivo y su desempeño es comparable con el de uno de los equipos más nuevos del mercado, Centurion®. La tasa de complicaciones fue similar para ambos grupos. A diferencia de otros estudios que comparan equipos con modalidades de ultrasonido torsional contra longitudinal, en los que claramente se observa una ventaja trans y post operatoria en los ojos intervenidos con ultrasonido torsional, en el presente estudio no se observa una diferencia significativa en la pérdida de células endoteliales entre grupos. Sin embargo, los pacientes tratados con ultrasonido torsional presentaron de forma significativa menores grados de inflamación de cámara anterior en el primer y séptimo día post operatorio, hallazgos compatibles con lo reportado en la literatura. Se requiere el cumplimiento de las visitas post operatorias de los pacientes pendientes por completar su estudio para obtener comparaciones más precisas y determinar si algún equipo presenta mejores deslances. Este estudio presenta como limitaciones la falta de aleatorización, la presencia de múltiples cirujanos y observadores en las valoraciones post operatorias. Algunos pacientes que aún se encuentran en seguimiento están por completar sus visitas, lo que brindará mayores datos para un análisis estadístico más completo.

---

## 12. REFERENCIAS

1. DeMill DL, Zaugg BE, Pettey JH, Jensen JD, Jardine GJ, Wong G, Olson RJ. Objective comparison of 4 non-longitudinal ultrasound modalities regarding efficiency and chatter. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38:1065–1071
2. Oakey ZB, Jensen JD, Zaugg BE, Radmall BR, Pettey JH, Olson RJ. Porcine lens nuclei as a model for comparison of 3 ultrasound modalities regarding efficiency and chatter. *J Cataract Refract Surg* 2013; 39:1248–1253
3. Kim EC, Byun YS, Kim MS. Microincision versus small-incision coaxial cataract surgery using different power modes for hard nuclear cataract. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37:1799–1805
4. Park JH, Lee SM, Kwon J-W, Kim MK, Hyon JY, Wee WR, Lee JH, Han YK. Ultrasound energy in phacoemulsification: a comparative analysis of phaco-chop and stop-and-chop techniques according to the degree of nuclear density. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2010; 41:236–241
5. Gonzalez-Salinas R, Garza-Leon M, Saenz-de-Viteri M, Solis-S JC, Gullias-Cañizo R, Quiroz-Mercado H. Comparison of cumulative dissipated energy delivered by active-fluidic pressure control phacoemulsification system versus gravity-fluidics. *International ophthalmology*. 2018 Oct 1;38(5):1907-13
6. Foster GJL, Allen QB, Ayres BD, Devgan U, Hoffman RS, Khandelwal SS, et al. Phacoemulsification of the rock-hard dense nuclear cataract: Options and recommendations. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2018;44(7):905–16. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2018.03.038>
7. Christakis PG, Braga-Mele RM. Intraoperative performance and postoperative outcome comparison of longitudinal, torsional, and transversal phacoemulsification machines. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2012;38(2):234–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2011.08.035>
8. Han YK, Miller KM. Comparison of vacuum rise time, vacuum limit accuracy, and occlusion break surge of 3 new phacoemulsification systems. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2009;35(8):1424–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2009.03.041>
9. Sharif-Kashani P, Fanney D, Injev V. Comparison of occlusion break responses and vacuum rise times of phacoemulsification systems. *BMC Ophthalmol*. 2014;14(1):1–7.
10. Rekas M, Montés-Micó R, Krix-Jachym K, Kluś A, Stankiewicz A, Ferrer-Blasco T. Comparison of torsional and longitudinal modes using phacoemulsification parameters. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35(10):1719–24.
11. Liu Y, Zeng M, Liu X, Luo L, Yuan Z, Xia Y, et al. Torsional mode versus conventional ultrasound mode phacoemulsification. Randomized comparative clinical study. *J Cataract Refract Surg*. 2007;33(2):287–92.
12. Reuschel A, Bogatsch H, Barth T, Wiedemann R. Comparison of endothelial changes and power settings between torsional and longitudinal phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2010;36(11):1855–61. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2010.06.060>
13. Oh LJ, Nguyen CL, Wong E, Wang SSY, Francis IC. Prospective study of centurion® versus infiniti® phacoemulsification systems: Surgical and visual outcomes. *Int J Ophthalmol*. 2017;10(11):1698–702
14. González-Salinas R, Corredor-Ortega C, Garza-León M, Álvarez-Padilla M, Serrano-Ahumada AS, Rubio-Tijerina F, et al. Surgical parameter assessment using two Phacoemulsification Systems for grade I to IV cataracts. *Rev Mex Oftalmol*. 2019;93(1):15–21
15. Chen M, Anderson E, Hill G, Chen JJ, Patrianakos T. Comparison of cumulative dissipated energy between the Infiniti and Centurion phacoemulsification systems. *Clin Ophthalmol*. 2015;9:1367–72