



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

**RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO.**

**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**

**OPTOMETRÍA MÉDICA**

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN OPTOMETRÍA MÉDICA

**“Relación de los factores de calidad de los tratamientos oftálmicos  
fotocromáticos aplicados al material CR-39 en relación a la percepción de los  
optometristas del distrito I y IV del departamento de Managua, Nicaragua; en  
su práctica clínica durante el año 2019”**

**AUTORES**

Br. Silvia Elena Flores Palacios

Br. Karla Michelle Herrera Guevara

**TUTOR**

Lic. Jairo Antonio Mercado

Lic. En Optometría Médica

### **Dedicatoria**

Agradecemos a Dios primeramente por darnos la salud y la sabiduría necesaria para realizar esta investigación, gracias a Dios pudimos concluir una meta más en nuestra vida y un escalón menos para alcanzar nuestras metas profesionales.

Agradecemos a esas personas que fueron un puente de inspiración para este trabajo, cuando creímos no dar más, y por esas personas pudimos llegar hasta el final.

Y por último y no menos importante agradecemos a nuestro profesor Jairo Antonio Mercado, que con su dedicación, esfuerzo y tiempo hemos logrado realizar esta tesis.

## **Agradecimiento**

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi papá Carlos Herrera, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a usted he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Es un orgullo y el privilegio ser su hija, a mi novio Antonio Flores por ser mi apoyo incondicional, por motivarme diariamente a superar mis metas.

Agradezco a mis docentes de la universidad autónoma de Nicaragua UNAN-Managua, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Lic. Jairo Mercado tutor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

Finalmente quiero agradecer a mi compañera y amiga Silvia Elena Flores Palacios, por apoyarme cuando más la necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, por su paciencia y comprensión de verdad mil gracias

**Karla Michelle Herrera Guevara**

## **Agradecimiento**

Quiero dedicar este trabajo primeramente a Dios, porque Él ha estado conmigo en cada paso que doy, me ha iluminado y provisto de todo durante mi carrera, permitiendo llegar a culminar este gran paso en mi vida.

Agradezco a mi madre Marisol Palacios por su apoyo incondicional, el esfuerzo y la dedicación que ha tenido hacia mí, mando mi agradecimiento a mi padre Juan Jose Flores hasta el cielo, por sus consejos, él fue un pilar muy importante durante cada etapa en mi vida, principalmente en esta; a mi hermana Mary Flores por su amor incondicional y tolerancia, gracias a ellos soy quien soy ahora.

A mis docentes quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad. En especial a Lic. Jairo Mercado quien es uno de los pocos docentes que he conocido, demostrándome ser un excelente tutor de este proyecto, principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza permitió el desarrollo de este trabajo.

**Silvia Elena Flores Palacios**

## Opinión del tutor

El presente trabajo monográfico titulado: **“Relación de los factores de calidad de los tratamientos oftálmicos aplicado al material CR-39 en relación a la percepción de los optometristas del distrito I y IV del departamento de MANAGUA, Nicaragua; en su práctica clínica durante el año 2019”** realizado por las **Br Silvia Elena Flores Palacios y Karla Michelle Herrera Guevara** como modalidad de graduación de grado para optar al título de licenciado en optometría médica cumple con los requisitos metodológicos y científicos para su defensa.

Me es grato agregar, que el diseño del trabajo es mixto, lo que atiende a las actuales tendencias de investigación. Su aplicación se apoya en la necesidad de brindar al paciente una opción de tratamiento bajo el rigor y fundamento científico necesario para la toma de decisiones clínicas.

---

Lic. Jairo Antonio Mercado.

Docente.

Facultad de Ciencias Médicas.

Carrera de optometría Médica.

## Resumen

Los tratamientos Fotocromáticos son importantes para brindar confort visual, evitar fatiga visual y fotofobia, así como prevenir enfermedades oculares causadas por los rayos ultravioletas. Entre los principales beneficios de los lentes con tratamiento fotocromáticos es la protección ante los rayos UV; los lentes fotocromáticos se oscurecen a través de diversos procesos, según el tipo de lente y según la marca.

El objetivo principal del presente estudio investigativo, es analizar la relación de los Factores de calidad a los tratamientos oftálmicos fotocromáticos aplicado al material CR-39 y la percepción de los optometristas del distrito I y IV del departamento de Managua, Nicaragua; en su práctica clínica durante el año 2019. La primera etapa es la parte cualitativa, consistió en entrevistas y grupos focales a trabajadores del distrito I y IV; también se utilizó una parte cuantitativa realizando un experimento en el cual se compararon entre sí los factores de calidad de cada tratamiento que consistió en demostrar que al menos un par de los valores medios de los tratamientos fotocromáticos (Sun-sensor, Transclear y Visionic) son diferentes entre sí.

En la parte cualitativa se obtuvo como resultado que la mayoría pertenecían al grupo de optometristas asistenciales entre edades de 23-30 años sobresaliendo el sexo masculino para el grupo de encuestados, en el cual se demostró que la marca más conocida y más recomendada es Sun-sensor seguida por Transclear, y la marca que más reclamos tiene (por fotofobia, aberraciones cromáticas, tiempo de oscurecimiento y aclarado) es la marca Visionic. De manera consecuente se obtuvo como resultados en la parte cuantitativa que el tratamiento que posee los mayores niveles en índices de calidad en tiempo de oscurecimiento es la marca Sun-sensor oscureciéndose en 5.82 segundos, seguido por la marca Transclear que oscurece en 7.745 segundos aproximadamente; siendo estos mismos con los mayores niveles de calidad para el tiempo de aclarado en la marca Sun-sensor con un promedio de 40.663 segundos seguido por Transclear que aclara en 63.517

segundos; estos datos fueron obtenidos mediante SPSS versión 21 para llevar un mejor control y manejo de información, lo que al comparar la percepción de los optometristas con los datos obtenidos de los experimentos realizados a los tratamientos hay similitudes en los resultados.

**Palabras claves:** Tratamientos fotocromáticos, radiación ultravioleta, índices de calidad, fotofobia, material CR-39.

## Índice

<b>1. Introducción</b> .....	1
<b>2. Antecedentes</b> .....	2
<b>3. Justificación</b> .....	9
<b>4. Planteamiento del Problema</b> .....	10
<b>Preguntas de sistematización</b> .....	11
<b>5. Objetivos</b> .....	12
<b>Objetivo General</b> .....	12
<b>Objetivos Específicos</b> .....	12
<b>6. Marco teórico</b> .....	13
<b>6.1 Habilidad adaptativa del ojo al cambio lumínico</b> .....	13
<b>6.2. Espectro visible</b> .....	27
<b>6.3. Material Cr-39</b> .....	28
<b>6.3.1 Historia</b> .....	30
<b>6.3.2 Proceso de fabricación</b> .....	31
<b>6.4. Fotocromático</b> .....	33
<b>6.4.1 Historia</b> .....	33
<b>6.4.2 Minerales fotocromáticas</b> .....	35
<b>6.4.3 Ventajas de las lentes fotocromáticas</b> .....	35
<b>6.4.4 Tipos de fotocromáticos</b> .....	36
<b>6.5. Índice de calidad de lentes fotocromáticas</b> .....	39
<b>6.5.1 Resistencia al rayado</b> .....	39
<b>6.5.2 Resistencia al impacto</b> .....	40
<b>6.5.2.1 Características que definen la resistencia al impacto</b> .....	40
<b>7. Hipótesis de Investigación</b> .....	43
<b>8. Diseño Metodológico</b> .....	44
<b>8.1 Tipo de estudio</b> .....	44
<b>8.2 Área de estudio</b> .....	44
<b>8.3 Universo y muestra</b> .....	44



8.4 Criterios de inclusión .....	46
8.5 Criterios de exclusión.....	46
<b>DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES, (MOVI).....</b>	<b>47</b>
<b>9. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>54</b>
<b>10. Plan de tabulación y análisis.....</b>	<b>59</b>
<b>11. Resultados .....</b>	<b>60</b>
<b>12. Discusión de los Resultados.....</b>	<b>71</b>
<b>13. Conclusiones .....</b>	<b>80</b>
<b>14. Recomendaciones.....</b>	<b>82</b>
<b>15. Bibliografía.....</b>	<b>83</b>
<b>16. Anexos .....</b>	<b>87</b>

## **1. Introducción**

El estar expuesto a cambios lumínicos puede provocar desde falta de confort visual hasta alteraciones oculares como deslumbramiento, catarata, fotoqueratitis, Pterigion, entre otras. Para obtener una adecuada calidad visual y evitar complicaciones es importante regular la luz que ingresa al ojo, mediante el uso de lentes fotocromático.

En el presente trabajo ejecutaremos pruebas de calidad a tres marcas elegidas al azar comprobando así sus beneficios para una mejor prescripción a la hora de la consulta optométrica clínica con nuestros pacientes. Las marcas a estudiar son Sun sensor, Transclear y Visionic en el material Cr-39.

Este tratamiento puede ser aplicado a cualquier tipo de material, aun en CR-39 por los grandes beneficios que esta oferta, donde el principal es su bajo costo. Los tratamientos oftálmicos fotocromático Sun-sensor, Transclear y Visionic serán expuestos a distintas pruebas resaltando los índices de calidad de cada uno de ellos, así como sus beneficios y diferencias en cada una de las marcas antes mencionadas.

El interés de este trabajo viene dado por la amplia variedad de marcas de lentes fotocromáticas que hay en el mercado, y valorar si estas cumplen con los estándares de calidad para la protección de los diferentes padecimientos que puedan estar presentando nuestros pacientes.

Este trabajo es uno de los primeros que persiguen analizar la calidad de las marcas de fotocromáticos que se encuentran en el mercado, aportando una base teórica científica para la toma de decisiones a la hora de la consulta optométrica clínica.

## **2. Antecedentes**

### **Antecedentes Internacionales**

En 2004 se realizó una investigación titulada Gafas de sol y patrones de uso de lentes fotocromáticos en personas con gafas o lentes de contacto, para determinar las diferencias en el uso modelos de gafas de sol o lentes fotosensibles en usuarios de gafas y lentes de contacto, se incluyeron a 100 personas que usaban una combinación de lentes de contacto y gafas participando en un cuestionario de encuesta de 14 preguntas, donde se les preguntó a los participantes si usaban lentes de sol o fotocromáticos, por qué los usabas, su conocimiento de los posibles efectos adversos de la exposición a la radiación ultravioleta en la salud del ojo y las medidas de protección adecuadas. Los participantes fueron clasificados según su uso de anteojos y lentes de contacto. En el grupo de gafas, el 36% usaban gafas de sol y el 20% lentes fotocromáticos. Un total de 77% consideraba que la UV podría ser dañina para los ojos, pero solo un pequeño porcentaje de los participantes usaba gafas de sol o lentes fotocromáticos específicamente para la protección UV. Los usuarios de anteojos, así como los de lentes de contacto usaron más gafas de sol que lentes fotocromáticos. Los sujetos consultados generalmente no apreciaron los efectos potencialmente adversos de la exposición UV al ojo y la importancia de la protección ocular UV adecuada que brindan los tratamientos fotocromáticos, ya que estos ayudan a prevenir patologías y lesiones causadas por los rayos UV . (Glavas, Patel, Donsoff, & Stenson, 2004)

En este mismo año, realizaron un estudio para comparar el impacto en la calidad de vida y la aceptación del uso de un tipo de fotocromático versus lente incolora en sujetos entre 21 y 35 años de edad con agudeza visual 20/20 con corrección y sin enfermedades oculares conocidas. Los individuos fueron divididos aleatoriamente en dos grupos. En la primera fase, un grupo usó lentes de resina incolora durante 30 días y el otro grupo utilizó un tipo de Transitions, fotocromáticos. En los siguientes 30 días, hubo una alternancia en el tipo de lente utilizada por cada grupo; resultando mayor preferencia para uso del fotocromático debido a la mayor

comodidad que estos ofrecen para la realización de actividades en ambientes externos. (Oliveira & Kara Jose, 2004)

En Julio del año 2006 un estudio con el objetivo de comparar el rendimiento de las lentes claras y fotocromáticos de gafas en niños y adolescentes con respecto a la agudeza visual y la satisfacción con las actividades del día a día. Se escogió a 50 usuarios de anteojos a tiempo completo de entre 10 y 15 años asignados aleatoriamente para usar lentes transparentes y lentes fotocromáticos durante dos semanas cada uno. Se evaluaron las agudezas visuales en distancia y cerca de los sujetos durante la entrega de los lentes y dos semanas después de la entrega.

En los resultados cuarenta y tres pacientes (88 por ciento) optaron por continuar con el uso de lentes fotocromáticos, en la revisión no hubo ninguna diferencia significativa en la AV usando lentes claros y fotocromáticos, la evaluación subjetiva de la visión en luz del sol y al realizar deportes fue significativamente mejor con fotocromático en comparación con lentes transparentes, no hubo diferencias significativas entre los diseños de lentes en ambientes interiores, (Lakkis & Weidemann, 2006)

EN 2007 se realizó un abordaje sobre Conocimientos sobre el daño ocular causado por radiaciones ultravioleta en la población estudiantil en un colegio departamental de Cucaita- Boyaca, Bogotá, por medio de una encuesta, con el objetivo de educar al estudiantado acerca de los efectos nocivos de las radiaciones solares y sus formas de prevención, observó en un 80,5% que los estudiantes no tenían un concepto claro de lo que es la radiación ultravioleta y solo el 27.76% de los estudiantes consideraron las enfermedades de los ojos como una consecuencia de la sobreexposición solar, también se demostró que los estudiantes consideraron en mayor medida las quemaduras en la piel 32% y el cáncer de piel 22.4% con otra sintomatología asociada. Al terminar la encuesta, destacaron la importancia de que todas las escuelas realizaran folletos como herramientas informativas sobre la protección ocular ante los rayos UV, debido a que los niños en comparación a los

adultos y jóvenes son los que pasan más expuestos al sol por tiempos prolongados, y aunque los alumnos tengan cierto conocimiento, no todos saben las medidas de protección necesaria. (González Sánchez, 2007)

Mediciones de laboratorio de transmitancia UV a través de tejidos, anteojos para el sol y cremas protectoras, es el título de una investigación realizada en 2008, en donde compararon la transmisión de rayos UV entre gafas de sol adquiridos en mercados especializados y gafas de sol adquiridas en mercados informales con lentes fotocromáticos. El costo de la primera, RayBan Sunglasses, es de \$750 mientras que el de la segunda, Informal UV 400, es de solo \$25. La lente RayBan Mineral Sunglasses mostro un buen acuerdo con trasmisión del 3.42% en UV y 20.43% en visible. La lente Informal Orgánico 400 UV su trasmisión fue del 15.46% en UV y 13.38% en visible. Los vidrios fotocromáticos difieren de los materiales fotocromáticos orgánicos, en que ellos son inmunes a la fatiga o deterioro producido por su uso continuo, variando estos rangos de transmitancia entre un 20 y un 24% cuando la lente está totalmente oscurecida y un 60 a un 80 % cuando es lo más clara posible. Al final del estudio tuvieron como resultado que en el mercado informal existen un gran número de gafas de sol no controladas, que transmiten importantes bandas de UV, pudiendo ser extremadamente peligroso en algunas situaciones ya que hay gafas de sol bastante oscuras, que atenúan mucho el visible pero prácticamente nada el UV. En esta situación, el portador al tener muy atenuado el visible puede exponerse, sin sentir molestias aparentes, a intensa radiación solar desconociendo la gran cantidad de UV que está recibiendo que por su efecto acumulativo puede resultar peligrosa. (Suarez & Cadena, 2008)

En febrero del año 2011, John A Moran Eye Center habla acerca de la acelerada simulación de la exposición al sol de 20 años de una lente intraocular plegable fotocromático en un modelo de conejo donde una Matriz Aurium fotocromático IOL se implanta en el ojo derecho y una LIO (lente intraocular) de acrílico Matrix sin propiedades fotocromáticas en los ojos izquierdos de 11 conejos de Nueva Zelanda. Los conejos fueron expuestos a una fuente de luz UV de 5 mW / cm (2) durante 3 horas durante cada período de 8 horas, lo que equivale a 9 horas al día, y seguidos

durante un máximo de 12 meses. Se evaluaron los cambios fotocromáticos durante el examen con lámpara de hendidura, alumbrando con una linterna de bolsillo fuente de UV en el ojo derecho. La LIO fotocromático era tan biocompatible como las IOL de control después de 12 meses bajo condiciones que simulan al menos 20 años de exposición a rayos UV. Los ojos de los conejos tuvieron cambios clínicos e histopatológicos que se esperan de este modelo con una de 12 meses de seguimiento, la nueva lente intraocular fotocromático se volvió amarilla sólo en la exposición a la luz UV. (Werner, Abdel-Aziz, & al, 2011)

En 2015 en una investigación, La lente de gafas con bloqueo UV protege contra la disminución del rendimiento visual inducida por los rayos UV, con el objetivo de examinar la capacidad de una lente de gafas con bloqueo UV para prevenir la disminución de la agudeza visual y los trastornos de la superficie ocular en un modelo de ratón de fotoqueratitis inducida por UVB. Seleccionaron 40 ratones dividiéndolos en 4 grupos (10 ratones por grupo): (1) un grupo de control en blanco (sin exposición a la radiación UV), (2) un grupo UVB / sin lente (ratones expuestos a los rayos UVB, pero sin protección de la lente), (3) un grupo UVB / UV400 (ratones expuestos a los rayos UVB y protegidos con la lente para gafas CR-39 [recubrimiento UV400]), y (4) un grupo UVB / fotocromático (ratones expuestos a los rayos UVB y protegidos con el CR -39 lente de gafas [recubrimiento fotocromático]). Se investigaron los cambios inducidos por los rayos UVB en la agudeza visual y la córnea, así como cualquier opacidad, resultando que en los controles en blanco, la córnea permaneció intacta, mientras que en los ratones expuestos a UVB, la superficie corneal se interrumpió; habiendo disminución concomitante de la agudeza visual. Los grupos UVB / UV400 y UVB / fotocromáticos tenían una agudeza visual más nítida y una superficie corneal más sana que el grupo UVB / sin lente. Los ojos en ambos grupos protegidos también mostraron una mejor integridad estructural corneal y conjuntival que los ojos sin protección, concluyendo que la importancia del efecto protector de los biomateriales oftálmicos que bloquean los rayos UV, porque la protección in vivo contra el daño ocular inducido por los rayos UV y la disminución de la agudeza visual se definió fácilmente. (Liou, Teng, Tsai, Lin, & Chen, 2015)

En un estudio titulado Los efectos de las lentes fotocromáticas en el rendimiento visual tuvieron como objetivo evaluar los efectos del filtrado por una lente fotocromática activada en el rendimiento visual en adultos sanos, evaluándose la discapacidad del deslumbramiento, la incomodidad del deslumbramiento, los umbrales de contraste heterocromáticos y el tiempo de recuperación de fotostress. Reclutaron a 75 adultos de 19 a 73 años, midiendo las funciones visuales se usaron tres lentes fotocromáticas diferentes con transmitancia de 63 por ciento T (Gray1), 71 por ciento T (Gray2) y 71 por ciento T (Brown). Se compararon estas lentes con una lente de policarbonato transparente (92% de transmisión). La discapacidad del deslumbramiento se evaluó como la intensidad de un anillo de luz blanca (xenón), resultando que todas las funciones visuales medidas mejoraron significativamente para todas las lentes fotocromáticas activadas probadas versus las lentes transparentes, mejorando la incomodidad por el deslumbramiento y los tiempos de recuperación de fotostress mejoraron al usar fotocromáticos, concluyendo que agregar filtro a través de una lente fotocromática aumentó significativamente la capacidad de los sujetos para hacer frente a las condiciones intensas de iluminación (Renzi-Hammond & Hammond Jr, 2016)

En 2017, Colombo, unos autores realizaron una investigación titulada Mejora de la función visual con lentes fotocromáticas y selectivas de lentes con filtro de luz azul-violeta en pacientes afectados por enfermedades de la retina. Sesenta pacientes se inscribieron en este estudio: 30 pacientes afectados por escotoma central, grupo 1, y 30 afectados por escotoma periférico, grupo 2. Se compararon los resultados de la prueba con filtro azul-violeta, un filtro amarillo de paso corto y sin filtros. Todos los puntajes de los resultados de las pruebas aumentaron significativamente con el uso de una combinación de lente fotocromática con un filtro selectivo de luz azul-violeta mostró un beneficio funcional en todos los pacientes evaluados. (Colombo, Melardi, Ferri, & al, 2017)

En enero del 2020, se realizó un ensayo cruzado aleatorio que evalúa el impacto de Senofilcon una lente fotocromática en el rendimiento de conducción con el propósito de evaluar el efecto del uso de lentes de contacto fotocromáticas de

senofilcon A en la visión y el rendimiento de la conducción en condiciones reales en comparación con una lente de contacto no fotocromática y anteojos fotocromáticos planos. En este estudio aleatorio, se inscribieron 24 conductores regulares con licencia y usuarios establecidos de lentes de contacto blandos. Los sujetos usaron en orden aleatorio cada uno de los tres tipos de lentes de estudio: la lente de contacto blanda fotocromática en investigación (prueba), una lente de contacto blanda no fotocromática (control 1) y lentes de gafas fotocromáticas planas (control 2). El rendimiento del conductor se evaluó en una pista de conducción de circuito cerrado en condiciones controladas difíciles. Los 24 sujetos completaron el estudio. Los resultados no revelaron evidencia de preocupaciones con respecto al rendimiento de conducción o la visión al usar lentes de contacto fotocromáticos. (Buch, Toubouti, & Cannon, 2020)

En ese mismo año otros autores, realizaron una investigación titulada Efectos de las dispersiones luminosas al utilizar lentes de contacto fotocromáticas vs. no fotocromáticas, tomaron como principal objetivo evaluar los efectos visuales del uso de lentes de contacto con activación e inactivación fotocromática, mediante la comparación directa con el uso de lentillas no fotocromáticas en el ojo contralateral, centrándose en los efectos visuales de la dispersión, el diámetro del halo y los destellos que rodean a una fuente fija blanca brillante. Se analizaron 60 sujetos (de edades comprendidas entre 18 y 65 años) en un diseño contralateral en el que se asignó aleatoriamente el tipo de lente, con un tipo en cada ojo. Al realizar una comparación con las lentes no fotocromáticas, las lentes con activación y desactivación fotocromática redujeron la expansión de la luz usando la técnica del umbral de dos puntos en un 32% y un 19% respectivamente; el diámetro de los halos se redujo en un 44% y 16% respectivamente; y los brillos se estrecharon en un 39% y 20% respectivamente. Concluyendo que las lentes de contacto con fotocromática pueden mejorar muchos aspectos de la función visual. En este estudio, encontramos diferencias incluso en el estado de inactivación, utilizando estímulos menos intensos ( $10 \text{ cd} / \text{m}^2$  en la fuente), lo que requiere que las lentes fotocromáticas mejoran los efectos de la dispersión luminosa incluso con una luminancia menor. (Hammond, Buch, & Hacker, 2020)



## **Antecedentes Nacionales**

En 2015, se llevó a cabo una investigación titulada Adaptación de Lentes Oftálmicas en Ópticas de Nicaragua, con el propósito de dar a conocer las consecuencias que puede traer una mala adaptación y una auto prescripción de lentes oftálmicas, la cual fueron encuestadas 300 personas entre las edades de 16 y 46 años a las cuales se les pregunto su proceso de adaptación, calidad visual, estética, entre otros. Lo cual dio como resultado que en cuanto al asesoramiento e información no se les explica a los usuarios en que consiste su anomalía visual y la corrección óptica, justificando porque hay pacientes que ignoran o tienen un diagnóstico erróneo, siendo una de las causas principales de inadaptación, sobre todo en lentes multifocales, con respecto a la estética, la selección del marco en su mayoría se realizó por criterios personales y a una pequeña parte se les indicó que marco era más adecuado por las medidas que tendrían los lentes. A pesar de que la mayoría de los usuarios referían comodidad hubo una gran cantidad de personas que manifestaron incomodidad en cuanto al peso y tamaño de sus lentes, esto se puede deber a la falta de un criterio de selección de material y montura para determinar gafa ideal. También se determinó que a pesar de que en las ópticas de Nicaragua no se realizan las adaptaciones de acuerdo al protocolo una buena parte de la población usuaria de lentes oftálmicos logran adaptarse y refieren buena calidad visual y satisfacción. (Palacios Méndez, 2016)

En Nicaragua no hay una base de datos con la suficiente información recabada mediante el método científico que tenga diversos estudios e investigaciones realizadas sobre los tratamientos fotocromáticos y la importancia que estos tienen, lo que nos lleva a destacar que tanto los optometristas y usuarios portadores de lentes oftálmicas con este tratamiento no tienen una guía sobre las ventajas y desventajas que hay al usar algún tipo de tratamiento fotocromático, algunos usuarios reciben información casi nula por parte de sus optometristas del porqué están usando el tratamiento, debido a eso hay pocos antecedentes nacionales que sean relevantes acerca de ese tema.

### **3. Justificación**

El desarrollo del presente trabajo de investigación en el campo de la óptica oftálmica, brindara una base teórica científica sobre los estándares de calidad de los diferentes tipos de fotocromáticos que se ofertan en Nicaragua, así como las ventajas y desventajas a las que se enfrentan los laboratoristas, optometristas asistenciales y el paciente al seleccionar el tratamiento más adecuado.

Los optometristas asistenciales tendrán el fundamento basado en evidencia científica, para la toma de decisiones en la adaptación de lentes oftálmicas en su práctica clínica, brindando al paciente los mejores tratamientos con los mayores estándares de calidad terapéutica de sus diferentes necesidades visuales, pacientes post operatorios donde su mayor necesidad es protección de los rayos UV, un rápido oscurecimiento para evitar fatigas visuales y un rápido aclarado para comodidad de los mismos, mejorando su calidad visual en el proceso de su recuperación.

Al realizar una exhaustiva investigación documental sobre el tema investigado, logramos evidenciar el poco contenido de bibliografía y referencias sobre el mismo, especialmente en Nicaragua. La mayoría de autores que han desarrollado el tema coinciden en la importancia de su investigación para promover mejorías significativas en la calidad de agudeza visual, sensibilidad de contraste y confort del paciente, así como instrumento primario de prevención ante el desarrollo de patologías oculares.

Los recursos invertidos en este trabajo son razonablemente asequibles en relación al aporte teórico que se brindará a la ciencia de optometría en Nicaragua y al beneficio referente al confort visual de los pacientes.

#### **4. Planteamiento del Problema**

La mayoría de la población a nivel global no conocen específicamente los beneficios que brindan los lentes con tratamiento fotocromático, debido a que, al momento de proteger sus ojos ante luz ultravioleta o cambios bruscos de iluminación, prefieren seguir utilizando las comunes gafas de sol, no tomando en cuenta que estas no cumplen con los índices de calidad necesarios en comparación a los fotocromáticos. Actualmente existen diversas opciones referentes a tratamientos fotocromáticos; en esta investigación se busca encontrar la calidad de los mismos y diferencias que puedan existir entre las marcas a estudiar, en relación a la percepción de los optometristas que los utilizan en su práctica clínica.

En Nicaragua, debido a la diversificación de oferta en servicios ópticos, los optometristas tienen múltiples opciones en cuanto al tratamiento oftálmico fotocromático, sin embargo, no cuentan con datos que fundamenten la toma de decisión al elegir el tratamiento adecuado según la necesidad que presenta el paciente. El material CR 39 es el más cotizado por los usuarios debido a sus excelentes calidades ópticas y a su bajo costo, por esta razón es el más usado para aplicar cualquier tipo tratamiento incluyendo fotocromático.

La bibliografía en Nicaragua es limitada, se han realizado pocos estudios enfocados en la calidad del proceso de montaje de lentes oftálmicas, pero no se ha escrito sobre la aplicación de tratamientos oftálmicos a estos materiales; no obstante, se ofertan diferentes opciones de fotocromáticos sin una base teórica basada en evidencia científica para la selección de los tratamientos. Por las diversas opciones con la que se pueden encontrar en el mercado del tratamiento fotocromáticos; en esta investigación se busca encontrar la calidad de los mismos y diferencias que puedan existir entre las marcas a estudiar, en relación a la percepción de los optometristas que los utilizan en su práctica clínica.

A partir de la caracterización y delimitación del problema antes expuesta, se plantea la siguiente pregunta de investigación: **¿Existe relación entre los factores de calidad de los tratamientos oftálmicos fotocromáticos aplicados al material CR-39 en relación a la percepción de los optometristas del distrito I y IV del departamento de Managua, Nicaragua; en su práctica clínica durante el año 2019?**

### **Preguntas de sistematización**

1. ¿Cuáles son las características sociodemográficas de las ópticas que se encuentran en el distrito I y IV del departamento de Managua, Nicaragua?
2. ¿Cuáles son los factores de calidad de los distintos tratamientos fotocromáticos aplicados al material CR-39?
3. ¿Qué percepción tienen optometrista asistencial, sobre los tratamientos estudiados?
4. ¿Existe una diferencia significativa de los factores de calidad entre los tratamientos?
5. ¿Qué relación existe entre Factores de calidad a los tratamientos oftálmicos fotocromáticos aplicado al material CR-39 y la percepción que tienen los optometristas asistenciales de distrito I y IV durante el año 2019?

## **5. Objetivos**

### **Objetivo General**

- Analizar la relación de los Factores de calidad a los tratamientos oftálmicos fotocromáticos aplicado al material CR-39 y la percepción de los optometristas del distrito I y IV del departamento de Managua, Nicaragua; en su práctica clínica durante el año 2019.

### **Objetivos Específicos**

- Describir las características sociodemográficas del personal que se encuentra en las ópticas del distrito I y IV del departamento de Managua, Nicaragua.
- Identificar los factores de calidad presentes en los distintos tipos de tratamiento oftálmico fotocromáticos aplicado al material CR39.
- Determinar la percepción de los optometristas asistenciales del distrito I y IV del departamento de Managua, Nicaragua; en su práctica clínica durante el año 2019.
- Comparar los factores de calidad presentes en los distintos tipos de tratamiento oftálmico fotocromáticos aplicado al material CR39.
- Establecer la correspondencia de los factores de calidad de los tratamientos oftálmicos fotocromáticos aplicados al material Cr-39 en relación a la experiencia de optometristas de las ópticas del distrito I y IV durante el año 2019.

## **6. Marco teórico**

### **6.1 Habilidad adaptativa del ojo al cambio lumínico.**

#### **6.1.1 Fotoquímica de la Visión.**

La fotoquímica es el proceso de la transducción de la luz en electricidad. Una reacción fotoquímica consiste en la acción de un fotón (cuanto luminoso), sobre un átomo, que excitaría los electrones haciéndolos saltar a una órbita más periférica, sobre elevando la energía del átomo, hasta provocar la escisión de la molécula. (Barragan Rodríguez, 2017)

En 1879 el primero en aislar una sustancia fotosensible en la retina fue Kuhne, localizada en el segmento externo de los bastones, llamándola Eritropsina por su color rojo anaranjado brillante. Se le puso Rodopsina al utilizarse el prefijo griego Rodhos que significa rosado. La rodopsina es una proteína conjugada incluida en la doble capa lipídica del artículo externo de los bastones.

Cuando se expone a la luz la molécula de rodopsina, el 11cis retinal (pigmento púrpura rojizo. Junto con la proteína opsina forman la rodopsina, molécula que se encuentra en las puntas de conos y bastones), cuya estructura tiene forma acodada y está ligada a la opsina, experimenta la transformación a una configuración rectilínea, retinal todo trans. (Barragan Rodríguez, 2017)

La transducción de la luz se inicia con la absorción de la luz por la rodopsina, que se compone de una proteína receptora acoplada a proteína G, la opsina, y el cromóforo 11-cis-retinal. La absorción de la luz cambia la conformación de 11-cis-retinal en todo-trans-retinal. Los fotorreceptores no poseen la isomerasa cis-trans y, por lo tanto, el todo-trans-retinal se metaboliza en todo-trans-retinol y es transportado a el EPR. En el EPR, el retinol es reisomerizado por medio de la isomerasa cis-trans en 11-cis-retinal y entregado nuevamente a los foto receptores. (Thebault, 2011).

La reacción fotoquímica en la retina consiste en la acción de los fotones de luz sobre los pigmentos de los fotorreceptores, provocando la hiperpolarización de sus membranas externas. A 20° de la fóvea (zona de máxima sensibilidad), con una longitud óptima de 510 nm. Considerando la absorción y reflejo de la luz en la córnea y en otros tejidos del ojo, sabemos que bastaran de 6 a 14 fotones para iniciar la señal de activación de los fotorreceptores. (Alañon et al., s.f. & Fundación Visión)

La atmosfera terrestre permite ser atravesada por radiaciones que van desde los 300 a los 1.100 nm de longitud de onda. Las longitudes de ondas inferiores a 300 nm tienen una energía suficientemente alta como para destruir las proteínas, si bien el rango entre 200 y 400 nm es el más eficaz en la fotoquímica. El sistema visual en la especie humana está constreñido a funcionar con una gama espectral entre los 380 y 780 nm. (Urtubia Vicario, 1999)

En los fotorreceptores se produce una transducción foto-químico-eléctrica que da lugar a que en la terminal sináptica se libere mayor o menor cantidad de NT en relación con la magnitud del potencial receptor.

La estimulación de los fotorreceptores se inicia con la absorción de la luz por el pigmento visual y el efecto fotoquímico correspondiente; ello lleva consigo cambios de permeabilidad iónica y génesis de potencial receptor que, desde el segmento externo pasa al segmento interno y se transmite a la región sináptica donde, mediada por un transmisor, la señal alcanza otras neuronas retinianas (bipolares y horizontales).

Los fotorreceptores son distintos al resto de receptores sensoriales pues no detectan impulsos nerviosos típicos; sin embargo, en los bastones y conos, al ser alcanzados por la luz, se establecen unas ciertas condiciones físico-químicas que van a desencadenar el impulso de otras células nerviosas. Donde sí se detectan los impulsos nerviosos es en el nervio óptico, por fibras nerviosas de las células ganglionares.

### **6.1.2 Naturaleza dual de la retina.**

La retina es el único tejido neuronal que está expuesto directa y frecuentemente a la luz, lo cual favorece la oxidación de los lípidos que se vuelven extremadamente tóxicos para las células de la retina. Además, la retina es el tejido que proporcionalmente consume más oxígeno, lo que genera una alta producción de especies reactivas del oxígeno. (Thebault, 2011)

La retina humana es el más complejo de los tejidos oculares y su estructura está altamente organizada. Recibe la imagen visual por medio del sistema óptico del ojo, y convierte la energía luminosa en una señal eléctrica que luego del procesamiento inicial se transmite a través del nervio óptico a la corteza visual, donde se perciben los atributos estructurales (forma, color y contraste) y espaciales (posición, profundidad y movimiento). Las células cónicas y bastones en la capa fotorreceptora son responsables de la transformación inicial (por medio del proceso de fototransducción) de estímulos luminosos en impulsos nerviosos que son conducidos a través de la trayectoria visual a la corteza visual. Esos fotorreceptores están dispuestos de modo que hay densidad creciente de conos en el centro de la mácula (fóvea) y decreciente hacia la periferia, además de densidad más alta de bastones en la periferia. (Riordan-Eva, 2012)

El procesamiento visual en la retina lo realizan siete tipos básicos neuronales, cinco aferentes: Fotorreceptores, bipolares, horizontales, amacrinas y ganglionares; y dos tipos eferentes: Las células interplexiformes (amacrinas modificadas) y las bplexiformes (ganglionares modificadas). Los fotorreceptores hacen sinapsis con las células bipolares que transmiten el mensaje a las ganglionares. (Urtubia Vicario, 1996).

#### **6.1.2.1 Partes de la retina**

Las partes de la retina y su composición anatómica pueden describirse desde dos niveles estructurales: el nivel macroscópico y el nivel microscópico. Estas son las células que encontramos en las distintas capas que conforman la retina:



Según Barragán Rodríguez, (2017) la retina tiene los siguientes tipos de células:

**Pigmentadas:** Se encargan del metabolismo de los fotorreceptores. Es la más externa (capa más alejada del centro del globo ocular) y corresponde un epitelio pigmentado debido a que sus células tienen melanina. Esta capa cumple importantes funciones: absorbe el exceso de luz, evitando el efecto de su reflejo; renueva los ftopigmentos y fagocita los discos de los fotorreceptores, que deben ser recambiados a alta velocidad” se escribe una pequeña observación.

**Neuronas:** En este grupo de células se subdivide en: Células fotorreceptores, también llamada células de conos y bastones, estas transforman los impulsos luminosos en señales eléctricas, es la capa que más oxígeno consume, la encargada de la foto-transducción. Los Bastones se encargan de la detección de la luz, encontrándose en mayor cantidad en la periferia.

Los conos se dividen en S, M, L que están encargados de la percepción del color, S (small) de las longitudes de onda corta (azul-violeta), M (medium) de las longitudes de onda medias correspondientes al verde y L (large) más sensibles a la luz roja (longitudes de onda largas). Se encuentran en un mayor número en la fóvea y vamos encontrando menos según nos acercamos a la periferia.

**Células bipolares de la retina,** este tipo de células conectan las células fotorreceptores con las células ganglionares de la capa externa. Estas células son interneuronas que conectan a las células sensoriales con las células ganglionares hacia la región externa de la retina hacen sinapsis con las células sensoriales y con otro tipo de interneuronas.

**Células amacrinas** son interneuronas moduladoras que tienen función similar a las células horizontales. Las células ganglionares de la retina son un grupo de células que gracias a sus neuronas parte el nervio óptico, que es el que conecta la retina con el cerebro.

**Células de sostén,** en este grupo se encuentran los astrocitos y células de Müller, la función de estas células es de soporte estructural y energético a la retina

actuando como células de sostén, sintetizan glucógeno y ceden glucosa a otras células nerviosas.

### **Estructura macroscópica**

En la superficie de la retina se pueden observar diversas estructuras detalladas a continuación:

Papila o disco óptico, es una zona circular situada en la zona central de la retina, desde esta estructura salen los axones de las células ganglionares de la retina que forman el nervio óptico, esta área carece de sensibilidad a los estímulos luminosos. En esta área también se encuentra la mácula, que es el área responsable de la visión central y la que nos permite ver con la máxima agudeza visual, es la zona de la retina con mayor densidad de células fotorreceptoras. situada en el centro de la retina, se encarga de la visión en detalle y el movimiento. La fóvea, es una hendidura de poca profundidad ubicada en el centro de la mácula ocular, es la encargada de la mayor parte de la agudeza visual total, al ser el foco receptor de los rayos de luz que llegan a la retina, y únicamente posee fotorreceptores conos, responsables de la percepción de los colores. Y, por último, la Ora serrata que es la parte más anterior y periférica de la retina, en la cual ésta entra en contacto con el cuerpo ciliar, una estructura responsable de la producción del humor acuoso (un líquido incoloro que se encuentra en la parte anterior del ojo) y del cambio de forma del cristalino para conseguir la acomodación o el enfoque ocular correcto.

### **Estructura microscópica**

Si nos adentramos en un nivel microscópico, podemos ver cómo varias partes de la retina se agrupan en capas. Podemos diferenciar hasta 10 capas paralelas, que son las siguientes (de más superficiales a menos):

Externamente o las más superficiales son las siguientes capas, Epitelio pigmentario monocapa de células pigmentadas situado entre la retina neural y la coroides, se compone de células cúbicas que no son neuronas y gozan de gránulos de melanina, sustancia que les otorga una pigmentación característica. La siguiente

capa es la de células fotorreceptoras, son neuronas especializadas sensibles a la luz, esta capa está compuesta por los segmentos más externos de los conos (encargados de la diferenciación de colores o la agudeza visual) y los bastones (responsables de la visión periférica). Los conos y bastones son células especializadas que realizan la conversión de la luz en impulsos nerviosos que el cerebro transforma en imágenes. Seguida por la capa limitante externa que se compone de uniones entre células del tipo zónula adherente entre las células fotorreceptoras y las células de Müller. La capa nuclear o granular externa está formada por los núcleos y cuerpos de las células fotorreceptoras, presenta un espesor semejante a largo de toda la retina, sin embargo, en la retina periférica el número de cuerpos de bastones es muy superior al de los conos, y lo opuesto ocurre a nivel de la retina central. Y por último la capa plexiforme externa, en esta capa se realiza la sinapsis entre las células fotorreceptoras y las dendritas de las células bipolares y las células horizontales.

A nivel interno, se sitúan la capa granular o nuclear interna, que está formada por los núcleos de cuatro tipos de células: las bipolares, horizontales, células de Müller y amacrinas, es más gruesa a nivel de las zonas centrales de la retina debido a la mayor densidad de cono, y por tanto de células bipolares específicas para conos, y por otra a la existencia de células horizontales y amacrinas más pequeñas. La capa plexiforme interna, está formada por un denso tejido de fibrillas dispuestas en red, aquí se produce la segunda sinapsis de la vía vertical de la retina, contactan los axones de las células bipolares con las dendritas de las células ganglionares, a este nivel terminan gran cantidad de prolongaciones de las células amacrinas, que influyen y modulan la información que es pasada a las células ganglionares que son en última instancia las que mandan la información ya codificada hacia el sistema nervioso central a través del nervio óptico. Capa de células ganglionares, formada por los núcleos de las células ganglionares, localizadas en la superficie interna de la retina, reciben información de los fotorreceptores a través de neuronas intermedias bipolares, horizontales y amacrinas. Capa de fibras del nervio óptico, en esta capa de la retina podemos hallar axones de células ganglionares que son las que forman el propio nervio óptico. Y por último la capa limitante interna esta

última capa es la que hace de separación entre la retina y el humor vítreo, un líquido transparente y gelatinoso situado entre la retina y el cristalino que contribuye a mantener la forma del globo ocular y ayuda a que la recepción de imágenes sea nítida.

### **6.1.2.2 Efectos de la luz solar en la retina.**

Para estudiar los efectos foto tóxicos de la luz en la retina se han utilizado a menudo animales a los que se expone a luz intensa de forma aguda. Estos estudios han documentado que la luz es capaz, en determinadas circunstancias, de producir muerte de los fotorreceptores y de las células del epitelio pigmentario. También han documentado que la muerte de los fotorreceptores producida por la luz ocurre por apoptosis y es dependiente de la rodopsina al menos en el ratón y posiblemente también otras especies. En humanos, la luz puede causar dos patologías retinianas diferentes, dependiendo de las características de la exposición. La exposición aguda a una gran cantidad de luz produce la llamada retinopatía foto tóxica. (Villegas & Perez, 2005)

Pero, además se sospecha que la exposición crónica de la retina a la luz puede estar implicada en el desarrollo y/o evolución de varias enfermedades retinianas y, entre ellas, de la degeneración macular asociada a la edad (DMAE). A pesar de que el papel de la exposición a la luz en la DMAE ha sido investigado por muchos autores, todavía no hay evidencia clara de su implicación en esta enfermedad.

### **6.1.3 Función del Epitelio Pigmentario de la Retina ante la luz**

#### **6. 1.3.1 Definición**

El EPR (Epitelio pigmentario de la retina) es una monocapa de células cuboides de forma hexagonal, esta capa se extiende desde el borde del disco óptico hasta la ora serrata y se continua con el epitelio pigmentario del cuerpo ciliar. La célula típica del EPR tiene múltiples melanosomas, diseñados para ser un absorbente biológico

de la luz. Debido a la absorción de Rayleigh que afecta más a las longitudes de ondas cortas que a las largas, la luz azul se absorbe mucho más que la roja. (Muñoz Negrete, 2012)

Estas células pigmentadas dan color a la retina y la separa de la coroides, actuando como barrera hemoretiniana, jugando un importante papel en el intercambio de nutrientes. Los problemas de esta capa pueden derivar en patologías como la retinosis pigmentaria, desprendimientos de retina u otras alteraciones causantes de ceguera.

El epitelio pigmentario de la retina (EPR) desempeña un papel esencial en la eliminación de los discos receptores gastados, los discos en los segmentos externos se reemplazan cada 12 días.

Además, el epitelio pigmentario de la retina (EPR) contiene la maquinaria bioquímica que se requiere para regenerar las moléculas de fotorreceptor después de haber sido expuestas a la luz. Es presumiblemente las demandas del ciclo de vida del disco del fotorreceptor y el reciclado del fotorreceptor lo que explica por qué los bastones y los conos se encuentran en la capa más externa en lugar de la más interna de la retina. Las interrupciones en las relaciones normales entre el epitelio pigmentario y los fotorreceptores de la retina, como los que se producen en la retinosis pigmentaria, tienen graves consecuencias para la visión. (Purves, Augustine, & Fitzpatrick, 2018)

### **6.1.3.2 Funciones del EPR**

Las principales funciones del EPR son las siguientes (Thebault, 2011):

Transporte de nutrientes, iones y agua, absorción de luz y protección contra la fotooxidación, reciclaje del retinal, esencial para el ciclo visual, fagocitosis de los discos membranosos de los segmentos externos de los fotorreceptores, secreción de varios factores esenciales para la integridad estructural de la retina.

Aparte de estas funciones, el EPR estabiliza la concentración de iones en el espacio subretiniano, lo cual es crucial para el mantenimiento de la excitabilidad de los fotorreceptores.

El EPR está involucrado también en el privilegio inmune del ojo a través de la secreción de factores inmunosupresores en el interior de dicha estructura. El EPR es esencial para la función visual, ya que alteraciones en cualquiera de sus funciones pueden conducir a la degeneración de la retina y en la disminución de la agudeza visual, pudiendo inclusive llegar a la ceguera.

#### **6.1.4 Fotofobia**

El término fotofobia es un nombre inapropiado y no del todo exacto. Proviene de dos palabras griegas: foto- "luz" y fobia "miedo o temor", por lo tanto, "miedo a la luz". Se define como una "sensibilidad anormal a la luz, especialmente de los ojos".

La fotofobia es un síntoma común pero debilitante que se observa en muchos trastornos oftálmicos y neurológicos. A pesar de su prevalencia, es poco conocida y difícil de tratar. (Digre & Brennan, 2013)

La fotofobia es una afección frecuente en personas albinas o en aquellas que padecen alguna patología relacionada con los ojos o con el sistema nervioso. Esta incomodidad frente a la luz puede ser un síntoma de otras afecciones como queratitis, uveítis, glaucoma agudo de ángulo cerrado, cefaleas, migrañas y abrasiones o erosiones traumáticas de la córnea.

Se define como intolerancia dolorosa a las condiciones de luz normales y que comúnmente se encuentra entre los pacientes con inflamación ocular, trastornos hereditarios de los fotorreceptores, migraña, y meningitis, se describe con poca frecuencia con lesiones del quiasma o retroquiasmáticas. En individuos sanos puede existir fotofobia transitoria, se produce en respuesta a cualquier luz brillante o deslumbramiento y puede servir como una función protectora. (Kawasaki A, 2002)

#### **6.1.4.1 Fisiopatología de la Fotofobia.**

El estímulo cardinal para la fotofobia es la luz; por lo tanto, las vías de percepción de la luz deben estar involucradas. Curiosamente, la fotofobia se puede experimentar sin formación de imágenes, como se documenta en algunos pacientes ciegos. (Amini A, 2006)

Las varillas y los conos son los principales sensores de luz en el ojo. Transmiten señales fotográficas a través de las células bipolares y amacrinas a las células ganglionares de la retina que salen de la órbita a través del nervio óptico. La mayoría de estas fibras viajan al núcleo geniculado lateral del tálamo y luego a la corteza occipital, mediando la visión. Sin embargo, algunos viajan al núcleo pretectal olivar, que a través de eferentes en el núcleo Edinger-Westphal ayuda a mediar la constricción pupilar y la acomodación. Otros viajan al núcleo supraquiasmático de ayuda arrastran el ciclo circadiano. (Guler, Ecker, & al, 2008)

Más recientemente, un conjunto separado de foto-sensores han sido identificados denominadas células ganglionares de la retina intrínsecamente fotosensibles (IPRGC), estas contienen la foto pigmento melanopsina en lugar de rodopsina. (Chen, Badea, & Hattar, 2011)

Los IPRGC detectan la luz (de una manera que no forma imágenes) y proyectan la foto-señal a los núcleos pretectal y supraquiasmático del olivar. Ahora se consideran más importantes que los bastones y conos para el fotoentrenamiento circadiano. Estas células están presentes en la retina (1–3% de las células ganglionares), pero sorprendentemente también se han identificado en el iris. Por lo tanto, el ojo puede ser fotosensible de formas que ni siquiera sospechamos hasta hace poco. (Schmidt, Chen, & Hattar, 2011)

#### **6.1.4.2 Causas de fotofobia**

Los ojos secos y el síndrome del ojo seco son una causa ocular común de fotofobia. Los datos sugieren que los ojos secos pueden conducir a una neuropatía

corneal que puede persistir después de que los ojos secos se hayan aclarado. (Jackson, 2011)

Las enfermedades del segmento posterior, como la iritis, la ciclitis, la blefaritis, las distrofias retinianas, la retinitis pigmentosa y las distrofias de cono, se han asociado con fotofobia. En ocasiones, la hemeralopía o las fotopsias frecuentes son los síntomas de presentación. La fotofobia era un síntoma temprano frecuente de distrofias retinianas y trastornos de los conos, la fotofobia puede ser uno de los primeros signos de distrofia del cono antes de la pérdida visual; y el diagnóstico de simulación con frecuencia se puede hacer, así lo informaron Prokofyeva y col además de los cambios en la agudeza visual y la visión nocturna. (Prokofyeva E, 2011)

La migraña es el trastorno neurológico más común que causa fotofobia, que es uno de los principales criterios de diagnóstico para la migraña según la Clasificación Internacional de Trastornos del Dolor de Cabeza. Hasta el 80% de los pacientes con migraña experimentan fotofobia durante un ataque.

El reciente estudio de validación de migraña ID sugirió que la presencia de fotofobia, discapacidad y náuseas predice la migraña aproximadamente el 98% del tiempo. (Lipton, Dodick, Sadovsky, & et, 2003)

#### **6.1.4.3 Síntomas de la fotofobia**

Los síntomas se deben a complicaciones o patologías asociadas. La fotofobia se reconoce por una sensibilidad extrema a la luz, que produce incomodidad y dolor. Además de molestias oculares, como enrojecimiento o inflamación de los ojos, puede ocasionar dolores de cabeza, rigidez cervical, visión borrosa, náuseas, y mareos además de lagrimeo constante y la imposibilidad de abrir los ojos. Los síntomas de la fotofobia no desaparecen en unos días.

Lo que ocurre en el ojo es que el exceso de luz estimula rápidamente los receptores del dolor que se ubican en el nervio trigémino. Este nervio es uno de los



que más sensibilidad tiene en todo el cuerpo. Por lo tanto, si se presenta una enfermedad inflamatoria ocular es posible que presente como síntoma la fotofobia. (García San Narciso, 2015)

#### **6.1.4.4 Factores de riesgo**

Existen diferentes circunstancias que favorecen la aparición de la fotofobia. Entre las más importantes, destacan: Lesión o infección ocular, Cirugía ocular, Migraña, Glaucoma, Uso excesivo o inadecuado de lentes de contacto, Quemaduras o heridas en la córnea, Inflamación en el interior del ojo (Iritis o uveítis aguda), Consumo de drogas.

#### **6.1.4.5. Tratamientos con ayudas ópticas**

El principal objetivo de un tratamiento para la fotofobia sería disminuir el tiempo de adaptación a la oscuridad del sujeto. Los pacientes con fotofobia severa que usan lentes oscuras deben reducir su uso, ya que la oscuridad crónica aumenta la percepción del dolor y de la sensibilidad a la luz. Lebensohn advirtió que "las lentes tintadas como un remedio sintomático de la fotofobia crónica han de ser condenadas, por su ineficacia y su tendencia formadora de hábitos".

James Q. Truong en 2014, cuestiona el tratamiento de lentes tintadas, así pues, en su estudio intentó determinar si la fotosensibilidad cambia con el tiempo, cuáles eran los factores visuales que intervienen en la fotofobia, y el éxito de tratamientos a largo plazo en una muestra de población con LCTL. Realizó un análisis retrospectivo de 62 pacientes de entre 18-40 años de edad, los resultados revelaron que el 36% de individuos que llevaban lentes de color informaron de una disminución de la fotofobia y el 71% de los individuos que no las llevaron informaron de una disminución de la fotofobia. Los autores discuten dos posibilidades. En primer lugar, podría ser que los individuos que disminuyeron su fotosensibilidad sintieron menos necesidad de lentes de color y, por lo tanto, dejaron de usarlas. O, en segundo lugar, el uso de lentes de color puede en realidad interferir o inhibir el

proceso de adaptación neuronal natural. Si esta segunda explicación es correcta, tendría importantes implicaciones clínicas. Estos mismos autores, sugieren que como el tratamiento ideal para los pacientes fotosensibles es reducir su grado de sensibilidad a la luz, la terapia de luz brillante podría ser interesante.

Las gafas de sol tienen sentido en exposiciones al sol de pacientes con migraña, dolores de cabeza de tipo tensional y con sensibilidad a la luz. Por otro lado, algunos tintes han tenido éxito en la migraña.

A los pacientes que sufren fotofobia se les recomienda utilizar gafas oscuras con protección lateral para que la luz no tenga ningún rincón por el que pasar. En casa es conveniente no poner las luces muy altas y lo más importante es la visita al oftalmólogo para que, este pueda tratar el problema que ocasiona este síntoma y atajar la recuperación.

### **6.1.5 Albinismo**

El albinismo es un grupo de alteraciones genéticas del sistema del pigmento melanina que afectan a la piel, folículos pilosos y puede afectar los ojos [albinismo ocular (OA)] o los ojos y la piel [albinismo oculocutáneo (OCA)]. En ambos, OA y OCA, siempre hay nistagmo y transparencia del iris y la agudeza visual es anormal, algunas veces con gravedad suficiente para producir considerable deterioro visual. También incluye algunas alteraciones de las vías del sistema nervioso central. (Mingarro Castillo, 2013)

Es un grupo de trastornos hereditarios en los que hay poca o ninguna producción del pigmento melanina. El tipo y la cantidad de melanina que produce el cuerpo determina el color de la piel, del cabello y de los ojos. La melanina también participa en el desarrollo de los nervios ópticos, por lo tanto, las personas con albinismo tienen problemas de visión.

### **6.1.5.1 Afectaciones oculares**

#### **6.1.5.1.1 Cámara anterior**

Las pestañas y las cejas a menudo están pálidas. El color de los ojos puede variar de un azul muy claro a marrón, y puede cambiar con la edad. La falta de pigmento hace que el iris sea un poco traslúcido, esto significa que el iris no puede bloquear por completo la luz que puede entrar al ojo. A causa de esto, los ojos de color muy claro pueden parecer rojos según la luz.

#### **6.1.5.1.2 Visión**

El deterioro de la visión es una característica clave de todos los tipos de albinismo. Los problemas que afectan al ojo incluyen lo siguiente:

Movimiento lateral rápido e involuntario de los ojos (nistagmo), movimiento de la cabeza, de rebote o inclinación, para reducir los movimientos involuntarios de los ojos y ver mejor, incapacidad de ambos ojos de enfocarse en el mismo punto o moverse al mismo tiempo (estrabismo), miopía o hipermetropía extrema, sensibilidad a la luz (fotofobia), curvatura anormal de la superficie frontal del ojo o de la lente interna del ojo (astigmatismo) que causa visión borrosa, desarrollo anormal de la retina que ocasiona una visión reducida, señales nerviosas de la retina al cerebro que no siguen los trayectos nerviosos normales (decusación anómala del nervio óptico), percepción pobre de la profundidad, ceguera legal (visión de menos de 20/200) o total

#### **6.1.5.1.3 Fondo de ojo**

El fondo carece de pigmento y muestra unos vasos coroideos llamativamente grandes. Hay también hipoplasia foveal con ausencia de la fosa foveal y ausencia de vasos que forman las arcadas perimaculares.

El quiasma óptico tiene un menor número de fibras nerviosas no cruzadas de lo normal, de modo que la mayoría de las fibras de cada ojo se cruzan hasta el hemisferio contralateral. (Kanski & Bowling, 2012)

#### **6.1.5.1.4 Protección ocular**

Adaptación de unas gafas con filtros especiales que pueden mejorar la visión y reducir la sensibilidad a la luz; usar sombrero de ala ancha; no usar luz directa cuando tengan que trabajar, la luz deberá estar detrás del hombro; en caso de disminución de la agudeza visual las lentes de aumento pueden ser la solución; el estrabismo puede ser tratado con medidas de carácter óptico o quirúrgico; examen anual por parte de un oftalmólogo.

## **6.2. Espectro visible**

El espectro visible de luz es el espectro de radiación electromagnética que es visible para el ojo humano. Va desde una longitud de onda de 400 nm hasta 700 nm. Además, también se conoce con otro nombre: el espectro óptico de la luz.

Estas son entonces las ondas que componen lo que llamamos luz visible. Cuando estamos viendo un objeto, es porque ese objeto está siendo iluminado por la luz visible. Por otra parte, cuando vemos que el cielo es de color azul, que el pasto es de color verde o que el cabello de alguien es de color negro, es porque en ese momento estamos recibiendo diferentes longitudes de onda en la banda de los 400 nm y los 700 nm. (Pino, 2011)

La luz UV es una parte de la energía radiante que proviene del sol y constituye la porción más energética del espectro electromagnético que incide en la superficie de la tierra. Las radiaciones UV de menor energía son las de tipo C, con longitudes de onda de 100 a 280  $\mu\text{m}$ , pero éstas junto a otras radiaciones (radiación X, Gamma y Cósmica), son retenidas totalmente por la capa de ozono en la estratósfera y no

alcanzan la superficie terrestre. Sin embargo, este tipo de radiación es emitida por fuentes artificiales tales como lámparas germicidas y lámparas de arco de mercurio.

Las radiaciones UV de tipo B se encuentran entre las longitudes de onda de 280 a 320nm siendo de naturaleza media es la más perjudicial y principal responsable del daño ocular, a la piel y sistema inmunológico (disminuye la respuesta inmune celular en el sitio irradiado y a mayores dosis disminuye la inmunidad sistémica).y las menos energéticas son las de tipo A con longitudes de onda de 320 a 400 \_m la onda más larga de ultravioleta es menos dañina, responsables del bronceado y reacciones de fotosensibilidad (Púmariega, González, Tamayo, & Sánchez Lamar, 2009)

### **6.2.1 Radiación UV**

La energía solar llega a la tierra en forma de radiación electromagnética y ésta se divide en diferentes categorías, dependiendo de la longitud de onda de las radiaciones, siendo la energía de una radiación inversamente proporcional a su longitud de onda; es decir, cuanto más corta es la longitud de onda de la radiación más energética es. Los distintos tipos de radiación son: Radiación IR (10.000-800 nm) Radiación visible (800-400 nm). Radiación ultravioleta (400-200 nm). Dividida en UVA (400-320 nm), UVB (320 nm-290 nm) y UVC (de longitud de onda más corta, detenidos por la capa de ozono).

Las radiaciones visibles son las que forman la luz y cada una responde a un color distinto (rojo, naranja, amarillo). Dentro del amplio espectro de las radiaciones visibles, es la luz azul la que contiene una mayor energía y consecuentemente, la que es nociva para los ojos, provocando a medio y largo plazo problemas tales como fotofobia y cataratas. (Esteva, 2003)

En cambio, las radiaciones invisibles que conocemos como los rayos ultravioletas (UV) pueden ser de tres tipos: UVA (ultravioleta de onda larga), UVB (ultravioleta de onda media que son los más peligrosos o nocivos a corto plazo) y UVC (ultravioleta de onda corta).

### **6.2.1.1 Consecuencias de los rayos UV a nivel ocular**

En los ojos, los rayos ultravioletas pueden afectar a la córnea, a la conjuntiva y al cristalino y pueden provocar conjuntivitis, alteraciones celulares cancerígenas y un deterioro orgánico y funcional que conducirá a las cataratas, afaquia y fotorretinitis.

Sin embargo, en condiciones normales de exposición solar, el ojo dispone de mecanismos naturales de protección. Su estructura, mayoritariamente acuosa, presenta una gran absorción de las radiaciones infrarrojas, por lo que casi no alcanzan la retina. También el cristalino absorbe las radiaciones ultravioletas, así como la pupila, el diafragma ocular, reduce su diámetro cuando la cantidad de radiación luminosa en el ambiente es considerable.

Los rayos ultravioletas pueden afectar a la córnea, a la conjuntiva y al cristalino y pueden provocar conjuntivitis, alteraciones celulares cancerígenas y un deterioro orgánico y funcional que conducirá a las cataratas, afaquia y fotorretinitis.

Las inflamaciones de la córnea y de la conjuntiva son secuelas de la radiación UVB (<320nm). Los síntomas de ambas enfermedades se caracterizan por dolor, lagrimeo, sensación de cuerpo extraño, fotofobia, blefarospasmo e hiperemia palpebral. Las lesiones palpebrales son las que tienen demostrada relación directa con la exposición a la luz solar, principalmente las lesiones malignas. La radiación UVA (320-400nm) es señalada como responsable por el desarrollo de las cataratas, sobre todo las corticales y las subcapsulares posteriores. (Sacchetti Zaratti & Gisbert Forno, 2003)

#### **6.2.1.1.1 Lesiones oculares más comunes por exceso de radiación solar**

El estar expuesto a cambios lumínicos puede provocar desde falta de confort visual hasta alteraciones oculares como deslumbramiento, envejecimiento en córnea, catarata, degeneración macular asociada con la edad, retinopatía diabética,

conjuntivitis, fotoqueratitis, Pterigion, entre otras. Para obtener una adecuada calidad visual y evitar complicaciones es importante regular la luz que ingresa al ojo, mediante el uso de lentes fotocromáticos, los cuales tienen la capacidad de adaptarse a las diferentes condiciones de iluminación, reducen los efectos adversos a la luz (deslumbramiento y fatiga ocular) y mejoran la percepción de los colores al aumentar el contraste y la nitidez visual.

Personas que presentan queratitis, retinitis pigmentaria, albinismo, degeneración macular senil y principios de cataratas deben extremar las medidas de protección frente a la radiación solar.

Según (Gimeno, 2017) las lesiones oculares más comunes son las siguientes:

Pterigion, es crecimiento de tejido hacia la córnea que produce irritación y sensación de cuerpo extraño dentro del ojo, su avance puede llegar a impedir la visión de la persona, el tratamiento es la cirugía. Fotoqueratitis, es otro tipo de lesión, la cual se observa una inflamación de la córnea debida al exceso de exposición a los rayos UVA y UVB. Esta afección produce dolor, sensación de arena en el ojo, elevada hipersensibilidad a la luz y en muchos casos visión borrosa. Otro resultado es la Fotoconjuntivitis, es una inflamación de la conjuntiva que provoca irritación ocular, sensación de arena y como consecuencia un exceso de lágrima.

Una elevada exposición de los ojos al sol sin protección aumenta el riesgo de evolución de cataratas, retinopatías y degeneración macular, con la consecuente pérdida de agudeza visual, en muchos casos irreversible.

### **6.3. Material Cr-39**

#### **6.3.1 Historia**

CR39 fue desarrollado para uso militar como una manera de reforzar los tanques de combustible y reducir el peso de los aviones bombarderos que se fabrican para la Segunda Guerra Mundial. Después de la guerra se dieron cuenta de que la resina plástica CR39 sería ideal para las lentes de gafas porque era cristalina, transparente

a la luz y porque era la mitad del peso del material más común que las lentes de vidrio que se utilizaban en aquella época. Desde entonces, el material de plástico CR39 ha llevado a la casi extinción del vidrio como material de lente. Durante más de seis décadas, las lentes plásticas estándar CR39 se han convertido en las lentes oftálmicas de uso más común hoy en día.

En 1947, la Armortite Lens Company, de California, introdujo los primeros cristales de plástico liviano para gafas. Estos lentes fueron fabricados con un polímero plástico llamado CR-39, abreviación de “Columbia Resin 39” por ser la 39ª formulación de un plástico con curado térmico desarrollado por PPG Industries a principios de los años cuarenta. (Heiting, 2019)

Debido a su peso liviano (alrededor de la mitad del peso del vidrio), como la mayoría de los plásticos, el CR39 tiene un índice de refracción de 1,50, es duro y resiste los arañazos y al calor y la mayoría de los productos químicos. Es el material de lente transparente en uso común en la escala de Abbe a un valor promedio de 58. Comparativamente, el Trivex es el siguiente más claro que el CR39 en 45, y el policarbonato es de 32 (cuanto mayor es el número mejores lentes son). La mayoría de las mezclas plásticas de alto índice caen por debajo de un valor Abbe de 40.

El CR39 puede ser utilizado sin ningún problema debido a su bajo costo y otras cualidades notables incluyendo el hecho de que puede ser fácilmente teñido para lograr muchos colores de moda. Éstos y su bajo costo lo hace una opción ideal para sus gafas de uso diario hoy en día. (Gafas-Para, 2017)

### **6.3.2 Proceso de fabricación**

#### **6.3.2.1 Materiales orgánicos.**

En cuanto a los materiales, el señor Reyes Domínguez al culminar su investigación titulada resistencia a los impactos concluyo que el lente que mayor resistencia presenta a los impactos, por sus características de flexión y tensión es el policarbonato, aunque paradójicamente es el material que más fácil se raya, a diferencia del CR-39 que es el material más resistente a la condición de abrasión.



Un tratamiento fotosensible no afecta la resistencia de los lentes a los impactos, siempre y cuando se cumpla con los espesores centrales mínimos requeridos de acuerdo con las normas internacionales de fabricación y protección. (Domínguez, 2013)

Los materiales que denominamos orgánicos o plásticos son producto de la polimerización de cadenas que contienen básicamente carbono, hidrógeno y oxígeno. Los más importantes son: Carbonato de dialilglicol (CR-39) de  $n=1.498$  y Policarbonato (PC) de  $n=1.585$ . Actualmente se están desarrollando una gran variedad de materiales orgánicos de índices más elevados que les permite competir con los productos minerales.

#### **6.3.2.1.1 Propiedades:**

##### **Ventajas.**

Tienen un índice de refracción inferior a los minerales, los de alto índice son tan dispersores como el material flint. Aunque el índice de refracción varíe, la variación de densidad es casi despreciable. Son mejores conductores del calor. Gran resistencia a los golpes (baja fragilidad). Resistentes a los agentes químicos y por su estructura interna son muy fáciles de colorear y decolorar. Su bajo costo y sus excelentes cualidades ópticas, el plástico CR-39 continúa siendo un material de amplia difusión para los cristales de las gafas, aún al día de hoy. (Heiting, 2019)

La otra gran ventaja es que el CR39 es unas veinte veces más resistentes a la rotura que el vidrio y el PC todavía lo es más, por lo que se utiliza básicamente en lentes de protección. (Fransoy, Guisasola València, & Vera Tenza, 2004)

##### **Desventajas.**

La poca dureza, que hace que se rayen con gran facilidad.

#### **6.3.2.2 Proceso de fabricación de lentes orgánicas en serie.**

Cálculo de los parámetros de la lente: Con un soporte informático se calculan los parámetros de la lente a fabricar.

Elección y preparación del molde adecuado: A partir del diseño se definen los parámetros del molde necesario para fabricar la lente.

Preparación de la mezcla a polimerizar: Constituida básicamente por dos productos, el monómero y el catalizador y deberá almacenarse a baja temperatura.

Llenado del molde: Se lleva a cabo en una sala blanca. El pre polímero se introduce en el molde a baja presión y a temperatura ambiente, a través del orificio de la anilla plástica por el que se evacua el aire del interior del molde y posteriormente se agita para eliminar burbujas de aire.

Polimerización: Se lleva a cabo en baño maría a unos 40°C durante 12 horas, transcurrido este tiempo se eleva la temperatura hasta 97°C durante 1 hora.

Desmoldeado: Consiste en la extracción de la lente del interior del molde evitando el rayado de la superficie o el lascado de cantos de los bloques de vidrio.

Recocido: Elimina las tensiones de la lente.

Control final: Se inspeccionan tanto sus superficies como la masa para detectar algún posible defecto y luego se pasa al control de parámetros. (proceso de fabricación de lentes, 2011)

## **6.4. Fotocromático**

### **6.4.1 Historia**

Las lentes fotocromáticas son aquellas que se adaptan a la luz natural en cada momento, sean cuales sean las condiciones lumínicas que tengamos en nuestro entorno al aire libre. (Pradana, 2019)

Los lentes fotosensibles se han desarrollado por los principales expertos de cristal Roger Araujo en el Corning Glass Works Inc. en la década de 1960, y crearon las primeras lentes de tinte producidas en masa. (Membreño, 2014)

En principio, las lentes fotocromáticas se emplearon para ayudar a las personas mayores cuya retina tiende a acusar más los cambios drásticos de luz.

El tratamiento fotocromático apareció inicialmente en las lentes minerales hacia el año 1965. La empresa que lo comercializó se llamaba Corning y las lentes Photogray. Se trataba de incorporar al interior de una lente mineral cristales de halogenuro de plata, los cuales se oscurecían al tener contacto con la radiación ultravioleta. Los principales inconvenientes de este tipo de lentes eran su gran peso y la diferencia de oscurecimiento según el espesor de los lentes, lo que provocaba molestias en personas con anisometropías.

Desde 1990 la mayoría de lentes fotocromáticas comenzaron a fabricarse en lentes orgánicas, comercializadas bajo el nombre de Transitions. No sólo se lograba aumentar el confort de los usuarios reduciendo de forma considerable el peso de las lentes, sino que se alcanzaban efectos fotocromáticos idénticos independientemente de la graduación y espesor de los lentes. Actualmente es la opción preferida por todos los usuarios de lentes fotocromáticas. (Garrote Valero, 2016)

Según (Membreño, 2014) su transmisión vendrá determinada por los siguientes factores: La intensidad de la radiación incidente y su longitud de onda. La temperatura de la lente, más oscura cuanto más fría. El espesor de la lente, los microcristales están uniformemente distribuidos en la masa de la lente. El número de exposiciones anteriores.

Los vidrios fotocromáticos difieren de los materiales fotocromáticos orgánicos, en que ellos son inmunes a la fatiga o deterioro producido por su uso continuado. Debido a que los microcristales se encuentran atrapados dentro del vidrio, los ciclos de oscurecimiento y extinción del mismo son prácticamente infinitos.

Algunas nuevas lentes fotocromáticas, necesitan un periodo de activación, durante el cual se somete a la lente a varios ciclos de oscurecimiento total y transparencia total. En estos casos si la lente deja de ser usada por un periodo más o menos largo, es necesario volver a realizar la activación inicial.

#### **6.4.2 Minerales fotocromáticas**

Es la propiedad de un material en reaccionar a la intensidad de la radiación solar mediante una modificación de sus propiedades de absorción de la luz. El lente se oscurece bajo los efectos de la radiación UV y se aclara bajo el efecto del calor ambiente. Esto se obtiene por la activación de moléculas de sustancias fotocromáticas incorporadas a las lentes. (Fransoy, Guisasola València, & Vera Tenza, 2004)

Antes, el “Crown” y “Flint” eran los únicos tipos de vidrio conocidos, pero se siguen estudiando la forma de generar nuevos con mayor índice de refracción.

Los materiales fotocromáticos, suelen estar compuestos por cloruros de plata y/o de cobre. Se descubrió que este tipo de compuestos químicos, reaccionaban a la luz y de una forma inversa a la ausencia de luz.

Las lentes fabricadas con vidrio fotocromático, tienen la propiedad de oscurecerse cuando son expuestos a la luz, y volver a su estado original en ausencia de la misma. Los vidrios fotocromáticos difieren de los materiales fotocromáticos orgánicos, en que ellos son inmunes a la fatiga o deterioro producido por su uso continuo. En general, podemos decir que estos rangos de transmitancia varían entre un 20 y un 24% cuando la lente está totalmente oscurecida y un 60 a un 80 % cuando es lo más clara posible. Esto se verifica en la lente ensayada (Orgánico Fotocromático) en sus estados claro y oscuro. (H. Suárez, 2018)

#### **6.4.3 Ventajas de las lentes fotocromáticas**

Existen usuarios que optan por usar gafas de sol tanto en condiciones de poca y alta luminosidad, que con el tiempo puede aumentar el riesgo de aumentar la sensibilidad de los ojos a la luz. Los cristales fotocromáticos evitan poner los ojos en peligro, ya que se adaptan a la luminosidad existente sin forzar la visión.

Según (Pradana, 2019) las principales ventajas de las lentes fotocromáticas son:

- Filtrar la radiación ultra violeta.

Para empezar, al igual que la piel, nuestros ojos también necesitan protección contra el Sol. Así, las lentes fotocromáticas bloquean el 100% de la radiación UVA y UVB y brindan protección contra violeta 400 (UV400), ayudando así a mantener nuestra salud visual a largo plazo.

- Son compatibles con cualquier montura.

Por otra parte, la comodidad y protección también pueden estar a la moda. Así, da igual que tu montura sea de pasta, de metal, ranurada o al aire. Por ello, las lentes fotocromáticas son compatibles prácticamente con cualquier montura y se encuentran disponibles en una amplia variedad de materiales y lentes oftálmicas y prescripciones.

- Lentes fotocromáticos de uso diario

En tercer lugar, son lentes oftálmicas de uso diario de alta calidad. Así, la lente fotosensible no es sean tan buenas como las lentes oftálmicas transparentes habituales, sino que son notablemente mejores, porque llevan asociados unos beneficios inherentes al propio tratamiento fotocromático.

- Lentes óptimas para todos.

Igualmente, las gafas fotocromáticas pueden ayudar prácticamente cualquier persona, de cualquier edad y con cualquier potencia refractiva (algunos fabricantes las hacen hasta más de 10 dioptrías).

- Adaptación total a las lentes fotocromáticas.

Por último, las gafas fotocromáticas se adaptan a la luz ambiente y se pueden llevar durante todo el día sin necesidad de cambiar de gafas. Además, los colores han sido seleccionados cuidadosamente por fabricantes para lanzar un excelente contraste y, al mismo tiempo, eliminar los molestos efectos cegadores.

#### **6.4.4 Tipos de fotocromáticos.**

Actualmente se comercializan tanto en material mineral como en orgánico. Se pueden encontrar lentes fotocromáticas minerales con una capa polimerizada fotosensible sobre una de las superficies, aunque normalmente se fabrican en masa, es decir, en la misma masa vítrea se encuentran los halogenuros de plata que hacen posible el fotocromatismo. (Galindo & A Villegas, 2001)

Las distribuidoras de tratamientos fotocromáticos que más destacan en el mercado son: HOYA Corporation, LTD. and Vision Dynamics LLC, Transitions Optical Limited, Carl Zeiss Meditec AG, Corning Incorporated, Optiswiss AG, Vision Service Plan, TOKAI OPTICAL CO., LTD, SEIKO OPTICAL PRODUCTS CO., Essilor international S.A.

#### **6.4.4.1 Tratamientos fotocromáticos en Nicaragua**

Existen distintos tipos de marcas de fotocromáticos que se comercializan en Nicaragua, cada una teniendo distintas características, de las cuales están las siguientes:

##### **Transition**

Las lentes Transitions integran la tecnología fotocromática que permite una rápida y gradual adaptación para que tus ojos reciban la cantidad óptima de luz. Estas lentes Varilux pasan de manera rápida a un tono oscuro en exteriores y vuelven a aclararse totalmente en interiores. Se adaptan constantemente a las variaciones de iluminación y representan el equilibrio perfecto entre confort, protección y estilo.

Las lentes Transitions están especialmente diseñadas para oscurecerse aún más en exteriores y activarse dentro coche. Si pasas el mayor parte de tu tiempo fuera o tienes una alta sensibilidad a la luz, son para ti.

Características: bloquean el 100% de los rayos uva y uvb la mejor protección para el sol, filtran la luz azul nociva 20% en interior y 80% en exterior, se adaptan a cualquier graduación y montura y están disponibles en siete colores, son lentes de

uso diario para todos los días y todas las horas, se adaptan rápidamente a los cambios de luz para una máxima comodidad (Essilor, 2020)

### **Transclear**

Como su marca promocional lo dice son los lentes de la nueva era del mundo óptico. Estos lentes tienen la capacidad de oscurecerse totalmente en 4 segundos, no necesita aplicar tratamiento anti raya, estéticamente delgado y liviano, filtro UV400

### **Sunsensor**

El tratamiento Sunsensor, fue resultado de una investigación propia de la empresa llamada Corning, quienes incorporaron un material fotosensible y plástico termoestable, a finales del 2005 lanzando así el tratamiento al mercado. Hoy en día básicamente existen dos tipos de tecnología fotosensible para lentes de plástico: Material fotocromático sólido y Chapa fotocromática (Ordóñez, s.f.)

### **Sensity**

Hoya Introdujo su primer lente Sensity en el 2014 con el gol de darle a los usuarios comodidad en todas las situaciones de luz. Gracias a la tecnología Stability; este innovador producto sigue siendo la base de la familia de productos Sensity.

La tecnología Stability ofrece un desempeño seguro en diferentes climas, estaciones de año y diferentes situaciones. No solo los lentes se oscurecen rápidamente a una categoría 3 de color de lente de sol además de que se aclaran a ser completamente claros tan pronto la luz ambiental disminuye. Durante estas transiciones de luz, la protección UV está totalmente presente (HOYA, s.f.)

### **PhotoFusion de Carl Zeiss.**

Las lentes fotocromáticas de la marca alemana están disponibles en un tono gris neutro para una visión precisa del color en todas las condiciones de iluminación. Si

bien el tono no es tan oscuro como las Transitions, la velocidad en la transición oscuro-claro es mucho más rápida. Disponibles con tratamientos antirreflejos Duravision para eliminar destellos de luz artificial y eliminar deslumbramientos del sol.

### **ColorMatic de Rodenstock.**

También fabricados en Alemania, las lentes ColorMatic de Rodenstock están disponibles en tonos fotocromáticos grises, marrones y verdes.

### **LifeRX.**

Las lentes LifeRx están hechas de policarbonato y están disponibles en tintes fotocromáticas en una variedad de diseños de lentes. Según la compañía, las lentes tardan menos de un minuto en oscurecerse al aire libre y se desvanecen más rápido en el interior que otras lentes fotocromáticas.

### **Genéricas.**

Obviamente, las lentes fotocromáticas de marcas son más costosas a partir del tono que logran y la velocidad de transición. Sin embargo, existen versiones de fotocromáticos más económicos. En la actualidad, comercializamos una versión económica de lentes fotocromáticas que logran un muy buen tono gris, aunque con una transición más lenta. (Brillens, s.f.)

## **6.5. Índice de calidad de lentes fotocromáticas**

### **6.5.1 Resistencia al rayado**

Para analizar toda una serie de factores se suele utilizar un grupo de tesis, como puede ser la prueba abrasión mediante goma, mediante lana de acero, o con el diamante. Para valorar la resistencia a la abrasión; el test de choque térmico o el de



envejecimiento artificial para valorar adhesión de la capa tras soportar cambios de temperatura y exposición a condiciones climatológicas extremas respectivamente. Pero la falta de uniformidad en el uso de estos ensayos hace que no es una herramienta eficaz que debería para la valoración y cuantificación de los tratamientos de endurecido de una forma objetiva. Aunque si un método de control interno del fabricante (Fransoy, 2004)

## **6.5.2 Resistencia al impacto**

Es una de las propiedades físicas de los materiales y hace referencia al valor de la fuerza aplicada que produce la fractura del material a las fuerzas que tratan de deformarlo. Para determinar la resistencia al impacto en los lentes oftálmicos, estos deben tener un mínimo de espesor; el cual es de 2 mm. Aunque estos dos mm no determinen la resistencia como tal, esta depende también del material en que se fabrique. La resistencia al impacto es una medida de la energía necesaria para romper las muestras.

### **6.5.2.1 Características que definen la resistencia al impacto**

#### **1. Material del lente:**

Actualmente en el mercado hay diferentes tipos de materiales como se mencionó anteriormente; las resinas plásticas y los materiales orgánicos. El material con mayor resistencia al impacto es el policarbonato, pero a su vez es el que más tiene probabilidad de rayarse. Otros materiales cuyo nombre depende de su índice de refracción son el 1.67 y el 1.74 que hoy juegan un papel importante a nivel de mercadeo por su estética en cuanto a grosor.

#### **2. Espesor central:**

El espesor central depende del tipo de fórmula, en formulas positivas el espesor es mayor que las negativas, siendo que un lente positivo es la superposición de dos prismas por su base mientras que los prismas de lentes negativos van unidos por su ápice. por dicha razón su espesor central de los lentes negativos es menor que el lente positivo. La FDA estandarizó que el espesor central de los lentes debía ser de mínimo 2mm.

### **3. Aplicaciones de tratamientos adicionales:**

Tratamientos como el antirreflejo, debido a su proceso de aplicación alteran la resistencia del material en el que se ha elaborado el lente.

### **4. Formula del lente:**

A mayor formula de lentes positivos mayor resistencia al impacto. En el caso de los lentes negativos mientras sea respetado el mínimo espesor central la resistencia va a ser constante.

#### **6.5.2.1.1 Elementos que alteran la resistencia al impacto**

**1. Químicos:** Una de las propiedades de los materiales en lentes oftálmicos son las propiedades químicas; la cual hace referencia al comportamiento de cada material frente a agentes químicos y se trata principalmente del agua fría y caliente, salada y dulce, ácidos, bases y varios disolventes orgánicos.

Durante el proceso de aplicación del antirreflejo se sumerge en una sustancia química para retirar el tratamiento anti-rayas y de este modo abrir poros para facilitar la adherencia de la capa antirreflejo. Dicho proceso hace que la estructura del material sea alterada.

#### **6.5.2.1.2. Resistencia a la temperatura**

**Altas temperaturas:** La propiedad mecánica y térmica en la cual se describen los aspectos dimensionales y su resistencia a la deformación de los lentes según la

temperatura a la que este sea sometido. 10 Las temperaturas a las que son sometidos los lentes va desde los 25° C hasta los 75° C. variando según el proceso al que sea sometido. (Cadena Ramírez, 2015)

#### **6.5.2.1.3. Reacción ante la exposición de la luz ultravioleta**

Cuando absorbe radiación UV, los cristales se descomponen en plata y átomos del halógeno correspondiente, comenzándose entonces la lente a oscurecer. El retículo que forma el vidrio, mantiene en las proximidades la plata y el halógeno, de modo que cuando cesa la radiación de UV comienzan a recombinarse formando otra vez haluro de plata y por consiguiente la lente vuelve a ser transparente. El grado de oscurecimiento depende de la temperatura.

Cuanto más baja sea más rápido y mayor será el oscurecimiento. Existen, no obstante, otros factores que afectan al grado de oscurecimiento, tales como la intensidad de la radiación o el tiempo de exposición. El grado de envejecimiento depende de la composición del vidrio, de la temperatura (a mayor temperatura mayor deterioro) y del tiempo de exposición a que ha sido sometido.

#### **6.5.2.1.4 Tiempo de oscurecimiento y aclarado**

Los usuarios que llevan gafas tienen muy claras sus expectativas con respecto a la calidad y el rendimiento de las lentes fotosensibles. para que sean cómodas, las lentes fotosensibles deben adaptarse muy rápidamente a los cambios de luminosidad, para obtener una visión óptima, las lentes fotosensibles deben oscurecerse a la luz del sol y aclararse completamente en los lugares cerrados, las lentes fotosensibles deben ser efectivas y ofrecer un 100% de protección contra la radiación ultravioleta, las lentes fotosensibles deben ostentar una larga vida útil y un gran rendimiento. Todos estos objetivos para poder brindarle a los usuarios de lentes fotocromáticas protección y confort visual.

## 7. Hipótesis de Investigación

Mediante el estudio y realización de esta investigación se podría Analizar la relación entre los Factores de calidad a los tratamientos oftálmicos foto cromáticos aplicado al material CR-39 y la percepción que tienen los optometristas del distrito I y IV del departamento de Managua, Nicaragua; sobre su uso en la práctica clínica durante el año 2019.

Mediante la aplicación de técnicas cualitativas y cuantitativas como completo del estudio, es posible analizar si los factores de calidad de los tratamientos estudiados son congruentes o no con la percepción de los optometristas del distrito I y IV del departamento de Managua, Nicaragua; en su práctica clínica durante el año 2019.

### Hipótesis estadísticas.

En base al diseño experimental completamente al azar (DCA). Para un espacio inferencial de  $n= 24$ , con un número total de 3 tratamientos se establece las siguientes hipótesis estadística, con un valor de significancia del 0.05 %:

- **H<sub>0</sub>:  $\Sigma T_i = 0$  .....**, es decir: Los valores medios de los tratamientos fotocromáticos (Sun-sensor, Transclear y Visionic) son iguales entre sí.
- **H:  $\Sigma T_i \neq 0$ .....**, es decir: Al menos un par los valores medios de los tratamientos fotocromáticos (Sun-sensor, Transclear y Visionic) son diferentes entre sí.

## **8. Diseño Metodológico**

### **8.1 Tipo de estudio**

Según el enfoque de estudio, es mixto con un diseño secuencial, específicamente del exploratorio secuencial **DEXPLOS** (Sampieri, 2006).

De acuerdo al diseño metodológico el tipo de estudio es descriptivo, (Piura, 2006). De acuerdo a la clasificación de Hernández y Mendoza, 2018, el tipo de estudio es correlacional. De acuerdo, al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es prospectivo, por el período y secuencia del estudio es transversal y según el análisis y alcance de los resultados el estudio es analítico (Canales, Alvarado y Pineda, 1996).

### **8.2 Área de estudio**

El área de estudio para la realización del presente trabajo investigativo corresponde a las ópticas de los distritos I y IV del departamento de Mangua, Nicaragua.

Los análisis cuantitativos fueron realizados en el laboratorio 2 de la carrera de optometría médica, de UNAN-Managua.

### **8.3 Universo y muestra**

Guiado por propósito.

Para el componente cualitativo de la investigación se utilizó un muestreo guiado por propósito en el cual el universo está constituido por un total de 51 ópticas del distrito I y IV. El tipo de muestreo es no probabilístico por conveniencia constituida por 30 trabajadores de 30 ópticas, es decir el 58.8% del universo.

## Espacio inferencial del DCA

Según Fisher (1986) para el análisis cuantitativa en un estudio con componente experimental, se debe definir un espacio inferencial basado en un total de  $n = 4$  tratamiento mínimo por unidad muestra. Fundamentado en lo mencionado hemos definido un espacio inferencial de 24 muestras de tratamientos fotocromáticos correspondiente a  $n = 8$ .

Según el tipo de diseño experimental DCA, se realizó el cálculo del tamaño inferencial  $n = 24$ , y se establece el modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

**I:** 1, 2, 3, (Fotocromáticos)

**j:** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ( $n = 8$ )

Donde:

**$Y_{ij}$ :** Observación (N) del tratamiento (n)

**$\mu$ :** la media poblacional

**$T_i$ :** Fotocromáticos Sun-sensor, Transclear y Visionic

**$E_{ij}$ :** Error aleatorio por repetición.

### Espacio Inferencial $n = 24$

#### Aleatorización de la muestra

Tratamientos	Observaciones								Totales	Medias
Visionic	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18		
Transclear	Y21	Y22	Y23	Y24	Y25	Y26	Y27	Y28		
Sunsensor	Y31	Y32	Y33	Y34	Y35	Y36	Y37	Y38		
Totales	3	3	3	3	3	3	3	3		
Gran total	24									

#### 8.4 Criterios de inclusión para entrevista

- Optometristas activos de las ópticas del distrito I y IV del departamento de Managua.
- Optometristas que deseen participar en la entrevista.

- Optometristas que tengan experiencia referente a la prescripción de tratamientos fotocromáticos.

#### **8.5 Criterios de exclusión para entrevista**

- Optometristas no activos de las ópticas del distrito I y IV del departamento de Managua.
- Optometristas que no deseen participar en la entrevista.
- Optometristas que no tengan experiencia referente a la prescripción de tratamientos fotocromáticos

#### **8.6 Criterios de inclusión para las encuestas**

- Que sean trabajadores activos de las ópticas encuestadas.
- Que deseen participar en la investigación.
- Que conozcan y utilicen la marcas en estudio

#### **8.7 Criterios de exclusión para las encuestas**

- Que no sean trabajadores activos de las ópticas encuestadas.
- Que no deseen participar en la investigación.
- Que no conozcan y utilicen la marcas en estudio

#### **8.8 Criterios de inclusión para grupo focal**

- Optometristas activos de las ópticas del distrito I y IV del departamento de Managua.
- Optometristas que deseen participar en el grupo focal.
- Optometristas que conozcan y hayan utilizado las marcas a estudiar.
- Optometristas que tengan experiencia mayor a 5 años.

#### **8.9 Criterios de exclusión para grupo focal**

- Optometristas no activos de las ópticas del distrito I y IV del departamento de Managua.
- Optometristas que no deseen participar en el grupo focal.
- Optometristas que no conozcan y no hayan utilizado las marcas a estudiar.
- Optometristas que no tengan experiencia mayor a 5 años.

### Definición Y Operacionalización De Variables, (MOVI)

Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Subvariables, o Dimensiones	Variable Operativa	Técnicas de Recolección de Datos e información
<p><b><u>Objetivo Especifico 1.</u></b></p> <p>Describir las características sociodemográficas del personal que se encuentra en las ópticas que se encuentran en el distrito I y IV del departamento de Managua, Nicaragua</p>	<p><b>1.Características sociodemográficas.</b></p>	<p>.</p> <p>1.1 Datos filiales</p> <p>1.2 Datos demográficos</p>	<p>1.1.1 Edad en años</p> <p>1.1.2 Género</p> <p>1.1.3 Ocupación</p> <p>1.1.4 Nivel académico</p> <p>1.2.1 Procedencia</p> <p>1.1.1 1.5</p>	<p>Ficha de recolección de datos. (Encuesta)</p>



<p><b><u>Objetivo Especifico 2.</u></b></p> <p>Identificar los factores de calidad presentes en los distintos tipos de tratamiento oftálmico fotocromático aplicado al material CR39.</p>	<p><b>2. Factores de calidad</b></p>	<p>2.1 Cantidad de luz ante la exposición de la luz ultravioleta.</p> <p>2.2 Velocidad de exposición del tratamiento ante luz ultravioleta.</p> <p>2.3 Cantidad de luz ambiente.</p> <p>2.4 Velocidad de reacción del tratamiento ante la luz ambiente.</p> <p>2.5 Tiempo de oscurecimiento.</p> <p>2.6 Tiempo de aclarado.</p>	<p>2.1.1 Medida en lux</p> <p>2.2.1 Medida en lux.</p> <p>2.3.1 Medida en lux.</p> <p>2.4.1 Medida en lux.</p> <p>2.5.1 Cantidad de iluminación en tiempo/segundo</p> <p>2.6.1 Cantidad de iluminación en tiempo/segundo.</p>	<p>Ficha de Recolección de datos (Encuesta)</p>
---	--------------------------------------	---	---	---

<p><b><u>Objetivo Específico 3.</u></b></p> <p>Determinar la percepción de los optometristas del distrito I y IV del departamento de Managua, Nicaragua, en su práctica clínica durante el año 2019.</p>	<p><b>3. Percepción de los optometristas</b></p>	<p>3.1 Nivel de satisfacción del proveedor.</p> <p>3.2 Nivel de oferta en el mercado.</p> <p>3.3 Nivel de demanda en el mercado.</p> <p>3.4 Costo de oferta en el mercado.</p> <p>3.5 Tratamiento más vendido</p> <p>3.6 Tratamiento menos vendido.</p> <p>3.7 Tratamiento menos popular</p>	<p>3.1.1 N° de reclamos del tratamiento al proveedor.</p> <p>3.1.2 N° de demandas de un tratamiento.</p> <p>3.2.1 Precio de ventas.</p> <p>3.3.1 Costo de ventas</p> <p>3.3.2 Tratamiento más vendido en el mercado.</p> <p>3.4.1 Número de ventas mensual.</p>	
--	--	--	---	--

			<p>3.4.2 Tratamiento que genera más ingreso.</p> <p>3.5.1. Número de ventas semestral.</p> <p>3.6.1 Número de quejas por semestre.</p> <p>3.7.1 Nivel de conocimiento del usuario.</p>	
<p><b><u>Objetivo Específico 4.</u></b></p> <p>Comparar los Factores de calidad presentes en los distintos tipos de tratamiento oftálmico fotocromático aplicado al material CR39.</p>	<p><b>4. Factores de calidad</b></p>	<p>4.1 Cantidad de luz ante la exposición de la luz ultravioleta.</p> <p>4.2 Velocidad de exposición del</p>	<p>4.1.1 Medida en lux</p> <p>4.2.1 Medida en lux.</p>	<p>Ficha de recolección de datos (Experimento)</p>

		<p>tratamiento ante luz ultravioleta.</p> <p>4.3 Cantidad de luz ambiente.</p> <p>4.4 Velocidad de reacción del tratamiento ante la luz ambiente.</p> <p>4.5 Tiempo de oscurecimiento.</p> <p>4.6 Tiempo de aclarado.</p>	<p>4.3.1 Medida en lux.</p> <p>4.4.1 Medida en lux.</p> <p>4.5.1 Cantidad de iluminación en tiempo/segundo</p> <p>4.6.1 Cantidad de iluminación en tiempo/segundo.</p>	
<p><b><u>Objetivo Específico 5.</u></b></p> <p>Establecer la correspondencia de los factores de calidad de los tratamientos oftálmicos fotocromáticos aplicados al material Cr-39 en relación a la</p>	<p><b>5. Experiencia de los optometristas</b></p>	<p>5.1 Nivel de satisfacción del proveedor.</p> <p>5.2 Nivel de oferta en el mercado.</p>	<p>5.1.1 N° de reclamos del tratamiento al proveedor.</p>	<p>Ficha de recolección de datos (Encuesta y grupo focal)</p>

<p>experiencia de optometristas de las ópticas del distrito I y IV durante el año 2019</p>		<p>5.3 Nivel de demanda en el mercado.</p> <p>5.4 Costo de oferta en el mercado.</p> <p>5.5 Tratamiento más vendido</p> <p>5.6 Tratamiento menos vendido.</p> <p>5.7 Tratamiento menos popular</p>	<p>5.1.2 N° de demandas de un tratamiento.</p> <p>5.2.1 Precio de ventas.</p> <p>5.3.1 Costo de ventas</p> <p>5.3.2 Tratamiento más vendido en el mercado.</p> <p>5.4.1 Número de ventas mensual.</p> <p>5.4.2 Tratamiento que genera más ingreso.</p> <p>5.5.1. Número de ventas semestral.</p>	
--	--	--	--	--

			5.6.1 Número de quejas por semestre.	
			5.7.1 Nivel de conocimiento del usuario.	

## 9. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la presente investigación se utilizaron métodos de los modelos cuantitativos y cualitativos, aplicando un procedimiento de triangulación metodológica, con las siguientes técnicas de recolección de datos.

Para obtener los resultados acerca de la percepción que tenían los optometristas sobre los tratamientos fotocromáticos se realizó mediante la técnica cualitativa **Entrevista**, para esto se incluyeron un total de 30 optometristas del distrito I y IV del departamento de Managua, con quienes se dialogó sobre la percepción clínica que poseen acerca de la importancia del uso de fotocromáticos, ventajas y las principales diferencias que pueden existir en algunas marcas, esta dinámica se realizó en un periodo de 25 minutos con un protocolo de preguntas abiertas dirigidas individualmente a los optometristas asistenciales de dichos distritos. Los materiales utilizados en para este cometido fueron: lapiceros, hojas blancas, formato de encuesta. (ver anexo 1)

Para obtener los resultados planificados en los objetivos 1, 2 y 3 se efectuó la técnica cuantitativa de **Encuesta** aplicada a 30 optometristas asistenciales, trabajadores fijos de las ópticas estudiadas. El procedimiento consistió en aplicar un protocolo de encuesta (ver anexo 2) por cada una de las ópticas, el criterio de inclusión específico para este cometido fue ser trabajador activo de la óptica estudiada. Los materiales utilizados en para este cometido fueron: lapiceros, hojas blancas, formato de encuesta.

Para complementar los resultados planificados en los objetivos 1, 2 y 3 se efectuó la técnica cualitativa de **Grupos focales**. Se incluyeron un total de 6 optometristas del distrito I y IV del departamento de Managua, con quienes se realizó un abordaje sobre la percepción clínica que ellos tienen acerca de los tratamientos oftálmicos Sun sensor, Visionic y Transclear. Durante esta dinámica se desarrolló un protocolo de preguntas grupales abiertas durante un periodo de 1 hora y 30 minutos (ver anexo 3). Los criterios de inclusión para la realización de los grupos focales son experiencia mayor a 5 años, que sean optometristas activos, que hayan

conocido y utilizado las marcas en estudio, y que expresaran su deseo de participar voluntariamente en la investigación. Los datos obtenidos en esta investigación serán utilizados para enriquecer el contenido teórico académico, así como para ofrecer información científica a los optometristas asistenciales, que les facilite la toma de decisiones más adecuadas para sus clínicas y pacientes. Los datos de índice personal no serán incluidos en la publicación de resultados.(Ibañez, 1985).

Para obtener los resultados planificados en los objetivos 4 y dar salida al objetivo general, se efectuó un **Circuito experimental para el análisis de los factores de calidad del tratamiento fotocromáticos aplicados al material CR39**. Se investigó el efecto de cuatro métodos de tratamiento oftálmicos fotocromáticos (SUN-SENSOR, VISIONIC, TRASCLEAR) sobre las siguientes variables o tratamientos estadísticos: a) cantidad de luz que atraviesa el lente con filtro UV y Tratamiento fotocromático, b) cantidad de luz que atraviesa el lente con Tratamiento fotocromáticos, c) tiempo de oscurecimiento, d) tiempo de aclarado.

Se utilizó el modelo estadístico Completamente al Azar (**DCA**) calculando un tamaño inferencia ( Cantidad de tratamiento por repeticiones) comprendida en tres grupos de 8 lentes cada uno, para un total de número muestral de 24 lentes compuesto de un mismo material oftálmico **CR39**, a los cuales se les aplico los tratamientos fotocromáticos de las marcas Sun sensor, Transclear y Visionic, valorándolos siguientes criterios de calidad: Reacción a la exposición UV, Reacción a la luz, tiempo de oscurecimiento, tiempo de aclarado.

Para la realización de estas pruebas se utilizaron los siguientes instrumentos (ver anexo 4):

- Un luxómetro YF-170. Con el cual se midió la cantidad de luz (en lux) ambiente, como medida de control y estandarización de las características ambientales en las que se realizarían las mediciones de las variables en estudio. Posteriormente fue empleado en la medición de las variables cantidad de luz que atraviesa el lente con filtro UV y Tratamiento fotocromático, cantidad de luz que atraviesa el lente con Tratamiento fotocromáticos, cantidad de luz que atraviesa el lente con filtro UV.



- Filtro UV (marca omega optical). Se utilizó principalmente para captar los rayos ultravioletas y estos traspasaran el lente y los tratamientos fotocromáticos, empleándose en las variables cantidad de luz que atraviesa el lente con filtro UV y Tratamiento fotocromático y la cantidad de luz que atraviesa el lente con filtro UV.
- Sistema de aislamiento de luz. Este sistema se utilizó para colocar en el interior de él los lentes fotocromáticos y el luxómetro, midiendo exactamente solo la cantidad de luz y rayos UV que atravesaban a través de los lentes y obtener los resultados con el luxómetro en medidas lux, este sistema de aislamiento fue utilizado para la realización de las variables cantidad de luz que atraviesa el lente con filtro UV y tratamiento fotocromático, cantidad de luz que atraviesa el lente con tratamiento fotocromático, cantidad de luz que atraviesa el lente con filtro UV.
- Lentes con fotocromáticos. Estos tratamientos fotocromáticos fueron el principal instrumento en todas las variables que se estudiaron, ya que gracias a las variables que se realizaron se pudieron valorar los factores de calidad que tienen cada uno de ellos.
- Cronómetro. Fue utilizado como instrumento para medir el tiempo de todas las variables que se realizaron en todos los tratamientos y así poder comparar los resultados de estas en cada uno de los tratamientos fotocromáticos.
- Regla milimetrada y marcadores, se utilizaron para marcar cada uno de los lentes fotocromáticos, marcándoles una cruz en cada lente, en donde cada cuadrante del lente representaba un 25%.

Para calcular el valor de las variables en estudio, se utilizó un luxómetro YF-170 con el cual se midió la cantidad de luz ambiente en cada toma realizada a cada una de las muestras.

- Cantidad de luz que atraviesa el lente con filtro UV y Tratamiento fotocromático: se midió mediante el uso del luxómetro YF-170, la lente se colocó en un sistema de control que evita el paso de luz exterior, de tal manera podemos saber cuál es el valor neto de la luz que el tratamiento oftálmico permite refractar + el filtro UV de la lente.

- Cantidad de luz ambiente que atraviesa el lente con Tratamiento fotocromático: Se colocó un filtro UV del tipo marca omega optical al sistema de control, y se midió la cantidad de luz neta que el tratamiento oftálmico permite refractar, sin la influencia de la luz ultravioleta.
- Tiempo de oscurecimiento y aclarado: se calculó el tiempo neto que el lente necesitaba para oscurecerse y aclararse.

Como método de análisis estadísticos se ha decidido utilizar el modelo de diseño completamente al azar o DCA, el cual tiene como objetivo comparar dos o más tratamientos aplicados a una unidad experimental. Como fuente de variabilidad se han considerado los tratamientos y el error aleatorio, tomando medidas de control en la toma de muestras para minimizar el efecto del error experimental.

### **Descripción del experimento.**

Se investigó el efecto de cuatro métodos de tratamiento oftálmicos fotocromáticos sobre las siguientes variables o tratamientos estadísticos: a) cantidad de luz que atraviesa el lente con filtro UV y Tratamiento fotocromático, b) cantidad de luz ambiente que atraviesa el lente con Tratamiento fotocromático, c) tiempo de oscurecimiento, d) tiempo de aclarado. (ver anexo 5)

#### **Procedimientos para la recolección de Datos e Información**

- **Luz que atraviesa el lente con filtro UV y Tratamiento fotocromático:** Anteponiendo un filtro ultravioleta de la marca omega optical, y luego el luxómetro YF-170 se observó cuantos lux se marcaban. Valoramos la reacción de los rayos solares en los fotocromáticos, el cual se realizó con un sistema de aislamiento de luz y debajo de este se colocó el luxómetro y dentro del sistema estaban ubicados los tratamientos

fotocromáticos junto con el filtro ultravioleta, determinando el nivel y oscurecimiento entre si ante exposiciones ultravioletas y midiendo en lux la cantidad de luz que atravesaba.

- **Luz ambiente que atraviesa el lente con Tratamiento fotocromáticos:** Para determinar el papel importante que juegan los tratamientos fotocromáticos como protección ante exposiciones lumínicas, cada tratamiento fue colocado a la luz ambiente y debajo colocado el luxómetro para medir la cantidad de luz que atravesaba en cada fotocromático y comparar los lux marcados con el tratamiento versus la cantidad de lux marcada a luz ambiente.
- **Luz Ambiente:** Con el propósito de resaltar la cantidad de luz que podría atravesar en cada experimento, se midió la cantidad de luz que había cada momento durante la prueba, se expuso el luxómetro a la luz solar que había, midiendo la cantidad de luz solar en lux.
- **Tratamiento:** Esta variable se determinó mediante la diferencia en lux que existía entre el tratamiento ante exposición con Filtro UV vs Luz ambiente.
- **Tiempo de oscurecimiento:** Cada uno de los lentes con tratamientos fue colocado a luz natural para valorar el tiempo en segundos que tardaban para oscurecerse.
- **Tiempo de aclarado:** Al momento de estar totalmente oscurecidos, se midió el tiempo que estos mismos tardaban para volver a su estado normal (claro), así se determinó cuál de ellos aclaraba y oscurecía más rápido.

## 10. Plan de tabulación y análisis

A partir de los datos que sean recolectados, se diseñará la base de datos correspondiente, utilizando el software estadístico SPSS, v. 21 para Windows. Una vez que se realice el control de calidad de los datos registrados, serán realizados los análisis estadísticos pertinentes.

De acuerdo a la naturaleza de cada una de las variables y guiados por el compromiso definido en cada uno de los objetivos específicos, serán realizados los análisis descriptivos correspondientes a las variables nominales y/o numéricas, entre ellos: (a) El análisis de frecuencia, (b) las estadísticas descriptivas según cada caso. Además, se realizarán gráficos del tipo: (a) barras de manera univariadas para variables de categorías en un mismo plano cartesiano, (b) barras de manera univariadas para variables dicotómicas, que permitan describir la respuesta de múltiples factores en un mismo plano cartesiano. Se realizarán los Análisis de Contingencia pertinentes, (crosstab análisis), para todas aquellas variables no paramétricas, a las que se les podrá aplicar la prueba de Correlación no Paramétrica de Spearman (Rho de Spearman), estas pruebas se tratan de una variante del coeficiente de correlación de Pearson, los cuales permiten demostrar la correlación lineal entre variables de categorías, mediante la comparación de la probabilidad aleatoria del suceso, y el nivel de significancia pre-establecido para la prueba entre ambos factores, de manera que cuando  $p \leq 0.05$  se estará rechazando la hipótesis nula planteada de  $\rho = 0$ .

Así mismo, **se realizarán** los análisis inferenciales específicos o prueba de hipótesis, de acuerdo al compromiso establecido en los objetivos específicos tres y cuatro, tal como: (a) el Análisis de Varianza Univariado (**ANOVA de Fisher**) y el test de Fisher (**prueba de LSD**) o en su defecto, si los datos no cumplieran con los criterios de Fisher para el análisis paramétrico, procederemos a aplicar el análisis no paramétrico de kuskal – Wallis.

## 11. Resultados

### De análisis descriptivos

A través de la aplicación de una entrevista, el presente estudio mixto, siguiendo los criterios de inclusión, se evaluó la percepción de 30 trabajadores en el distrito I y IV que tienen cargo de optometristas asistenciales en el periodo comprendido en el año 2019, obteniéndose los siguientes resultados.

Los participantes indicaron que los lentes fotocromáticos son lo último en el sector de la óptica y del cuidado de la vista, definiendo estos tratamientos como un tipo de gafa que se aclaran u oscurecen dependiendo de la luz que haya en el exterior, protegiendo así los ojos de los rayos UVA y UVB. Refiriendo que la diferencia principal entre los fotocromáticos y las gafas de sol radica en que las lentes fotocromáticas se aclaran cuando entran en espacios con baja radiación y, por tanto, se convertirán en gafas de ver, normales y corrientes, siendo caso contrario para las gafas de sol. Indicaron también que estos tratamientos son de gran utilidad a pacientes que padecen fotofobia o deslumbramiento, pacientes pos operatorios y pacientes que realizan deportes al aire libre.

En cuanto a la fácil adaptación indicaron que es fácil adaptarse para el paciente principalmente cuando este lo amerita, ya que estos no alteran la agudeza visual del paciente, ni disminución óptica en el campo visual. Sin embargo, mencionaron que los principales índices de calidad que debe poseer un fotocromático son que deben adaptarse muy rápidamente a los cambios de luz, tornarse muy oscuros al sol y aclararse por completo en interiores; ofrecer un 100 % de protección contra los rayos ultravioleta, ser compatibles con todos los tipos de monturas y con cualquier clase de lentes. Los participantes también refirieron que es mejor utilizarlos en Cr-39 por presentar mayor nivel de oscurecimientos, en cuanto a los tratamientos fotocromáticos más cotizados en el mercado el mayor promedio lo tiene la marca Transition siendo también este uno de los más altos en referencia a su costo.

A través de la aplicación de una encuesta, el presente estudio mixto, evaluó la percepción de 30 trabajadores en el distrito I y IV que tienen cargo de optometristas asistenciales en el periodo comprendido en el año 2019, obteniéndose los siguientes resultados, *observar tabulados en tablas y gráficos en anexos*:

En resultado de la variable demográfica edad, se relaciona en función al cargo que cada uno de los participantes desempeña, obteniendo que en el cargo de optometrista asistencial el 33.4% tienen edad entre los rangos de 23-30 años, 26.6% tienen edad entre 31-40 años, mismo promedio para el rango de las edades de 41-50 años y un promedio de 13.4% entre las edades de 51-60 años. (**Tabla 1**)

En relación a la variable demográfica sexo, en función con el cargo que estos desempeñan, el 46.6% de los optometristas asistenciales pertenecen al sexo femenino y 53.4% pertenecen al sexo masculino. (**Tabla 2**)

En referencia a los años de experiencia que presentan los participantes según el cargo que ocupan, el 53.4% de los optometristas asistenciales tienen entre 1-5 años de experiencia, el 26.6% tienen entre 5-10 años, un 6.6% tienen entre 10-15 años de experiencia y un 13.4% tienen entre 15-20 años de experiencia. (**Tabla 3**)

En cuanto al grado académico que poseen cada uno de los participantes, se obtuvo que en el personal de los optometristas asistenciales el 66.6% poseen el grado técnico y solo el 33.4% tienen la licenciatura. (**Tabla 4**)

En referencia a la variable de conocimientos de los índices de calidad sobre las marcas en estudios, se obtuvo como resultado que en lo que respecta a la marca Sun-sensor el 33.4% de los optometristas asistenciales refirieron no conocerlo y el 66.6% indicaron conocerlo. En el caso de la marca Transclear el 33.4% de los optometristas asistenciales indicaron no conocer sus índices, mientras que el 66.6% indicaron conocerlos. En la marca Visionic respondieron lo contrario, el 60% no conoce los índices de calidad que tiene esta marca, y solo el 40% destacó conocerlo. (**Tabla 5**)

En la variable reclamos por fotofobia de las marcas en estudio, en función a la localización geográfica de los participantes, para la marca Sun-sensor en el distrito I el 36.7% refirió no haber tenido este tipo de reclamos y el 13.3% refirió haberlos tenido, en el distrito IV el 46.7% indico no tener reclamos y el 3.3% indico tener reclamos por fotofobia. Para la marca Transclear, en el distrito I el 26.7% refirieron no tener reclamos por fotofobia y el 23.3% afirmo tenerlos, en el distrito IV el 40% no presento reclamos y solo el 10% presento reclamos de este tipo. En la marca Visionic, el 30 % del personal del distrito I no presento reclamos y un 20% si los presento, en el distrito IV el 33.3% refirió no presentar reclamos y el 16.7% si presento reclamos. (**Tabla 6**)

La variable reclamos por tiempo de oscurecimiento en función a la localización geográfica de los trabajadores presenta los siguientes resultados, para la marca Sun-sensor en el distrito I el 40% refirió no tener reclamos de este tipo, mientras que el 10% dijo lo contrario, en el caso del distrito IV, el 43.3% aseguro no haber tenido reclamos en el tiempo de oscurecimiento y solo un 6.7% si presento reclamos. Para la marca Transclear, en el distrito I el 26.7% respondió no haber tenido reclamos, pero el 23.3% respondió tenerlos; en el distrito IV 30% de los encuestados afirmaron no haber reclamos de este tipo, lo cual fue caso contrario en un 20%. En la marca Visionic, en el distrito I el 23.3% no presento reclamos, pero el 26.7% si los presento, en el distrito IV los resultados fueron invertidos, 26.7% no refirió reclamos y 23.3% si los refirió. (**Tabla 7**)

Para la variable reclamos de índice de calidad sobre el nivel o cantidad de oscurecimiento en función a la localización geográfica donde laboran los participantes, dando como resultado que en la marca Sun-sensor el 36.7% del personal del distrito I refirió no tener reclamos, y un 13.3% si los tuvo, se obtuvieron los mismos valores en el personal del distrito IV. En la marca Transclear, las respuestas de ambos distritos tuvieron el mismo porcentaje y las mismas respuestas, el 23.3% de cada distrito refirieron no haber tenido reclamos y un 26.7% de cada distrito si tuvo reclamos. En la marca Visionic, 26.7% del personal del distrito I refirieron no haber tenido reclamos de este tipo y un 23.3% si los tuvo, en el distrito IV un 16.7% aseguro no haber tenido reclamos por la cantidad de oscurecimiento y un 33.3% si los tuvo. (**Tabla 8**)

En la variable reclamos por aberraciones cromática en las marcas en estudio, también se valoró en función a la localización geográfica donde laboran los participantes, resultando que en la marca Sun-sensor el personal del distrito I (46.7%) respondió que no había reclamos por aberraciones y solo un 3.3% afirmó esta variable, en el distrito IV el 30% negó tener reclamos por aberraciones y el 20% afirmó tenerlos. En la marca Transclear, el 46.7% del personal del distrito I indico no tener este tipo de reclamos y el 3.3% indicó tenerlos, en el distrito IV el 33.3% respondió no tener reclamos por aberraciones y el 16.7% respondió si tenerlos. Para la marca Visionic, en el distrito I el 46.7% de los participantes respondieron no tener reclamos por aberraciones y el 3.3% del resto del personal respondió lo contrario, en el distrito IV el 26.7% menciona no tener este tipo de reclamos y el 23.3% menciona tenerlos. (**Tabla 9**)

En la variable de recomendar los tratamientos en estudio valorándose según la función de la localización geográfica donde laboran los participantes, los resultados muestran que en la marca Sun-sensor, el 43.3% de los participantes del distrito I dijeron recomendarlo y solo un 6.7% dijo lo contrario, en el distrito IV el 50% del personal recomendó esta marca y ninguno recomendó lo contrario. En la marca Transclear, el 10% refirió del personal del distrito I no recomendar esta marca, pero el 40% restante refirió recomendarla, en el distrito IV el 46.7% si recomendó esta marca y el 3.3% no la recomendó. Para la marca Visionic el resultado de ambos distritos fueron iguales en porcentajes, el 43.3% de cada distrito refirieron recomendarlo y el 6.7% de cada distrito refirieron no recomendarlo. (**Tabla 10**)

En referencia a la variable de fácil adaptación de las marcas en estudio en función a la localización geográfica de cada participante, muestran los siguientes resultados, en la marca Sun-sensor el 43.3% del personal del distrito I considera una fácil adaptación no así el 6.7% restante del personal, en el distrito IV todo el personal aseguro fácil adaptación, teniendo esto como representación en porcentajes de un 50%. En la marca Transclear, los resultados son iguales a los de la marca Sun-sensor para ambos distritos, el distrito I refirió un 43.3% que sí y un 6.7% que no hay fácil adaptación, en el distrito IV el 50% refirió la fácil adaptación. Los mismos valores de las marcas antes mencionada se aplican para la marca Visionic. (**Tabla 11**)



En la variable que relaciona el precio de venta con la calidad de las marcas, se hizo de la misma manera, en función a la localización donde labora cada participante, teniendo como resultados en respuestas Likert que en la marca Sun-sensor en el distrito I el 43.3% respondieron estar de acuerdo con el precio de venta debido a su calidad, y el 6.7% respondieron estar muy de acuerdo, en el distrito IV, el 3.3% respondió estar nada de acuerdo, 3.3% dijeron estar indiferente en referencia a la variable, el 33.3% estaban de acuerdo y el 10% muy de acuerdo. En lo que corresponde a la marca Transclear, en el distrito I el 3.3% estuvieron en desacuerdo referente a la variable, el 6.7% indiferente, 36.7% de acuerdo y 3.3% muy de acuerdo, en el distrito IV el 10% de los participantes estuvo nada de acuerdo con la variable, 13.3% indiferente, 16.7% de acuerdo y un 10% estuvo muy de acuerdo. En la marca Visionic, en el distrito I respondieron que el 16.7% estuvo nada de acuerdo, el 3.3% respondió indiferente, 26.7% estuvo de acuerdo y el 3.3% estuvo muy de acuerdo; en lo que respecta al distrito IV, el 13.3% estuvo nada de acuerdo, el 16.7% indiferente, 16.7% de acuerdo en respuesta a la variable y un 3.3% muy de acuerdo. (**Tabla 12**)

Respecto a la variable que relaciona el nivel de calidad de las marcas, se hizo de la misma manera, en función a la localización donde labora cada participante, teniendo los resultados en respuestas Likert, en la marca Sun-sensor en el distrito I el 3.3% respondió indiferente al nivel de calidad de dicha marca, el 40% respondieron estar de acuerdo, lo que significa que esta presenta un buen nivel de calidad y el 6.7% respondieron estar muy de acuerdo, en el distrito IV, el 3.3% respondió estar nada de acuerdo, 10% dijeron estar indiferente en referencia a la variable, el 30% estaban de acuerdo y el 6.7% muy de acuerdo. En lo que corresponde a la marca Transclear, en el distrito I el 3.3% estuvieron en desacuerdo referente a la variable, el 13.3% indiferente, 26.7% de acuerdo y 6.7% muy de acuerdo, en el distrito IV el 6.7% de los participantes estuvo nada de acuerdo con la variable, 3.3% en desacuerdo, 10% indiferente, 20% de acuerdo y un 3.3% estuvo muy de acuerdo. En la marca Visionic, en el distrito I respondieron que el 13.3% estuvo nada de acuerdo, el 3.3% respondió estar en desacuerdo, 10% respondió indiferente, 20% estuvo de acuerdo y el 3.3% estuvo muy de acuerdo; en lo que respecta al distrito IV, el 16.7% estuvo nada de acuerdo, 3.3% en desacuerdo, el 10% indiferente y un 20% de acuerdo en respuesta a la variable. (**Tabla 13**)

En la variable disminución del campo óptico del lente por las marcas en estudio, se realizó en función de la localización geográfica donde laboran los participantes, resultando que en la marca Sun-sensor los participantes del distrito I el 50% respondieron estar nada de acuerdo con esta variable, lo que significa que el tratamiento no causa en absoluto ninguna disminución en el campo del lente, en el distrito IV el 33.3% refirieron estar nada de acuerdo y el 16.7% de los participantes refirieron estar en desacuerdo. En la marca Transclear los resultados de ambos distritos fueron semejantes a los de la marca Sun-sensor. En la marca Visionic el 50% del distrito I respondieron estar nada de acuerdo, en el distrito IV respondieron 36.7% nada de acuerdo y 13.3% en desacuerdo. (**Tabla 14**)

En la variable disminución de la calidad óptico del lente en el campo central por las marcas en estudio, se realizó en función de la localización geográfica donde laboran los participantes, resultando que en la marca Sun-sensor los participantes del distrito I el 50% respondieron estar nada de acuerdo con esta variable, lo que indica que el tratamiento no causa en absoluto ninguna disminución en el campo central del lente, en el distrito IV el 36.7% refirieron estar nada de acuerdo y el 13.3% de los participantes refirieron estar en desacuerdo. En la marca Transclear los resultados de ambos distritos fueron iguales a los de la marca Sun-sensor. En la marca Visionic el 50% del distrito I respondieron estar nada de acuerdo, en el distrito IV respondieron 40% nada de acuerdo y 10% en desacuerdo. (**Tabla 15**)

En la variable disminución de la calidad óptico del lente en el campo periférico por las marcas en estudio, se realizó en función de la localización geográfica donde laboran los participantes, resultando que en la marca Sun-sensor los participantes del distrito I el 50% respondieron estar nada de acuerdo con esta variable, lo que indica que el tratamiento no causa disminución alguna en el campo periférico del lente, en el distrito IV el 36.7% refirieron estar nada de acuerdo y el 13.3% de los participantes refirieron estar en desacuerdo. En la marca Transclear los resultados para ambos distritos fueron iguales a los de la marca Sun-sensor. En la marca Visionic el 50% del distrito I respondieron estar nada de acuerdo, en el distrito IV respondieron 36.7% nada de acuerdo y 13.3% en desacuerdo. (**Tabla 16**)

Respecto a la variable que relaciona el nivel de popularidad de las marcas, se hizo de la misma manera, en función a la localización donde labora cada participante, en la marca Sun-sensor en el distrito I el 33.3% respondió estar de acuerdo con el nivel de popularidad de dicha marca y un 16.7% muy de acuerdo, en el distrito IV, el 6.7% respondió estar nada de acuerdo, 6.7% dijeron estar indiferente en referencia a la variable, el 16.7% estaban de acuerdo y el 20% muy de acuerdo. En la marca Transclear, en el distrito I el 36.7% estuvieron de acuerdo referente a la variable y el 13.3% muy de acuerdo, en el distrito IV el 13.3% de los participantes estuvo nada de acuerdo con la variable, 3.3% indiferente, 20% de acuerdo y un 13.3% estuvo muy de acuerdo. En la marca Visionic, en el distrito I respondieron que el 23.3% estuvo nada de acuerdo con el nivel de popularidad, el 13.3% respondió estar en desacuerdo, 6.7% respondió indiferente, 3.3% estuvo de acuerdo y el 3.3% estuvo muy de acuerdo; en lo que respecta al distrito IV, el 30% estuvo nada de acuerdo, 3.3% en desacuerdo, el 10% indiferente y un 6.7% de acuerdo en respuesta a la variable. (**Tabla 17**)

Mediante un grupo focal, se evaluó la percepción de 6 trabajadores en el distrito I y IV que tienen cargo de optometristas asistenciales en el periodo comprendido en el año 2019, obteniéndose los siguientes resultados. Siguiendo con el protocolo de grupo focal, la invitación se realizó a optometristas con experiencia mayor a 5 años de experiencia que conozcan y hayan utilizados las marcas Sun sensor, Transclear y Visionic, dentro del distrito I y IV del departamento de Managua, Nicaragua.

La mayor parte de los participantes consideraron de vital uso el tratamiento fotocromático en pacientes con fotosensibilidad, migrañas, pacientes post operatorios, entre otros padecimientos. De entre las marcas que más se vendía la marca Sun sensor no obstante la marca más conocida en el mercado nacional de las lentes fotocromáticas es la marca Transitions. Otro punto importante que también abordaron nuestros penalistas expertos es el uso del material con el que recomiendan el tratamiento siendo policarbonato una de sus elecciones tomando en cuenta el grado de la prescripción debido a la necesidad de verse estético el trabajo final, no obstante, hicieron énfasis en que si la necesidad era que el tratamiento se oscureciera más recomendarían el material Cr-39 debido a su beneficio de mayor oscurecimiento en comparación al material policarbonato.

Dentro de la calidad óptica que muestran estas marcas los especialistas no expresaron que hay buena adaptación cuando es primera vez que se utilizan, es decir sin haber utilizado otra marca de fotocromático con diferentes factores de calidad anteriormente, además estos tratamientos no muestran distorsión en los campos visuales del paciente.

Entre los factores de calidad que debieran tener todos los tratamientos fotocromáticos nuestros participantes concordaron con que debían de poseer: buen y rápido oscurecimiento, rápido aclarado, protección de los rayos UV.

También expresaron que esta investigación serian un aporte fundamental en temas de optometría puesto que no existe mucha información de este tema, y que el optometrista es el que termina brindándole toda la información a los pacientes gracias a su grado de experiencia y uso de los mismos, capacitaciones de la empresa en que laboran o laboratorios afiliados, cabe

En el experimento resultado de la variable Tratamiento Fotocromático se observó que la marca Visionic era el tratamiento que menos protección aportaba teniendo una media de 413.375 lux, un máximo de 660 lux y mínimo 284 lux; la marca Sunsensor se mostraría como una marca intermedia con una media de 403.75 lux, un máximo de 779 lux y un mínimo de 268 lux; para finalizar la marca Transclear con una mejor media de protección con 356.75lux, un máximo de 430lux y un mínimo de 328 lux. **(Tabla 18)**

En resultado de las variables de la prueba de Tratamiento más Filtro UV se observó que el tratamiento (marca) Visionic con una media de 118 lux, un máximo de 155 lux y un mínimo de 71; Transclear con una media de 98.8 LUX, un máximo de 163 lux y un mínimo de 74 lux; la marca Sunsensor se observó una media de 9 lux, un máximo de 123 lux y un mínimo de 71 lux. **(Tabla 19)**

En resultado de la variable Tratamiento Fotocromático más luz ambiente se observó el tratamiento (marca) Visionic como el tratamiento que menos protección aportaba con una media de 531.5 lux, un máximo de 750 lux y un mínimo de 425 lux la marca Sun-sensor con una media de 497 lux, un máximo de 887 lux y un mínimo de 346 lux, posteriormente la marca Transclear aporta más protección con una media de 455.6 lux, un máximo de 509 lux y un mínimo de 422 lux. **(Tabla 20)**

En la variable de tiempo de oscurecimiento se observó que la marca Visionic es el tratamiento que más tarda en oscurecerse con una media de 9.69 segundos, un máximo de 11.6 segundos y un mínimo de 7.92 segundos, la marca Transclear como marca intermedia con una media de 7.745 segundos, un máximo de 10.81 y un mínimo de 4 segundos; posteriormente la marca Sunsensor fue el tratamiento que más rápido oscurece con una media de 5.82 segundos, un máximo de 6.61seg y un mínimo de 5.17 segundos. **(Tabla 21)**

En la variable de tiempo de aclarado se observó la marca Transclear con un aclarado más tardío con una media de 63.5175 segundos, un máximo de 113 segundos y un mínimo de 51.05 segundos; posteriormente la marca Visionic con una media de 62.0225 segundos, un máximo de 76.49 segundos y un mínimo de 46.39 segundos; la marca Sunsensor con un aclarado con menos tiempo en comparación a las demás marcas, con una media de 40.663675 segundos, un máximo de 52.37 segundos y un mínimo de 34.55 segundos, como marca intermedia. **(Tabla 22)**

En la variable Luz Ambiente, para todas estas pruebas se realizó medición de cuantos lux marcaba el luxómetro sin ningún tratamiento ni filtro para tener una constante de luminosidad en el momento que se tomaban dichas pruebas; en el tratamiento Transclear se observó una media de 812.375 lux, con un máximo de 1011 lux y un mínimo de 493 lux, Visionic con una media de 829.875 lux, un máximo de 1060 lux y un mínimo de 732 lux y Sunsensor con una media de 800.75, un máximo de 1300 lux y un mínimo de 560 lux. **(Tabla 23)**

### **De análisis inferencial. Análisis del efecto de las medias en función de factor.**

#### **Calidad de los datos. Prueba de normalidad**

De acuerdo a la prueba de normalidad por el método de Shapiro-Wilk, ya que son un total de 24 tratamientos, Teniendo los resultados de la prueba de normalidad, se determina la aplicación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis, el cual nos expresa lo siguiente todo valor mayor que  $p : 0.05$  retiene hipótesis nula es decir que no existe diferencia estadística significativa entre los valores comparados; mientras que si el valor es menor que  $p: 0.05$  se comprende que si se obtuvo diferencias estadísticas significativas en el estudio. **(Anexo 5)**

En relación a la aceptación de hipótesis nulas y alternativas para las variables de los tratamientos, resulta lo siguiente: **(Anexo 6)**

- Para la variable luz que atraviesa el lente con filtro UV y tratamiento fotocromático con un nivel de confianza del 95% se obtuvo un nivel de significancia de 0.278 el cual es mayor que  $p$  valor = a 0.05, por lo que se retiene la hipótesis nula y declara que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en estudio.
- Para la variable luz ambiente que atraviesa el lente con tratamiento fotocromático con un nivel de confianza del 95% se obtuvo un nivel de significancia de 0.418 el cual es mayor que  $p$  valor = a 0.05, por lo que se retiene la hipótesis nula y declara que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en estudio.
- Para la variable Tratamiento con un nivel de confianza del 95% se obtuvo un nivel de significancia de 0.272 el cual es mayor o  $p$  valor = a 0.05, por lo que se retiene la hipótesis nula y declara que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en estudio.
- Para la variable Tiempo de oscurecimiento con un nivel de confianza del 95% se obtuvo un nivel de significancia de 0.001 el cual es menor al valor  $P$  0.05, por lo que la hipótesis nula rechaza la hipótesis nula y declara que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio.
- Para la variable Tiempo de aclarado con un nivel de confianza del 95% se obtuvo un nivel de significancia de 0.001 el cual es menor al valor  $P$  0.05, por lo que la hipótesis nula rechaza la hipótesis nula y declara que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio.

En lo que respecta a la comparación de muestras entre sí, se concluye lo siguiente: **(Anexo 7)**

- Para comparación por grupo de variables de las marcas fotocromático Sunsensor y Visionic en TIEMPO DE OSCURECIMIENTO con un nivel de confianza del 95% se obtuvo un nivel de significancia de 0.001 el cual es menor al valor  $P$  0.05, por lo que la hipótesis nula rechaza la hipótesis nula y declara que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio; en comparación de Sun-sensor vs Transclear con 0.099, Transclear vs Visionic con 0.332 el cual es mayor que  $p$  valor = a 0.05, por lo que se retiene la hipótesis

nula y declara que si existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en estudio.

- Para comparación por grupo de variables de las marcas fotocromático Sunsensor vs Visionic en TIEMPO DE ACLARADO con un nivel de confianza del 95% se obtuvo un nivel de significancia de 0.001 el cual es menor al valor P 0.05, por lo que la hipótesis nula se rechaza y declara que existe diferencia estadística entre Sun-sensor con las marcas Transclear y Visionic.

## **12. Discusión de los Resultados**

### **De análisis descriptivos**

Los resultados obtenidos en el análisis descriptivo realizado para esta investigación, que incide en el estudio de la percepción que tienen los optometristas asistenciales, laboratoristas y atención al cliente del distrito I y IV en cuanto a las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic, están descritos por variables.

En los resultados obtenidos de la variable demográfica edad de los participantes, se puede observar que en el grupo de optometristas asistenciales el rango de edad que mayor predominio fue entre los 23-30 años de edad en un 33.4%, seguido por la edad entre 31-40 años con un promedio de 26.6%, lo que indica que la mayoría de los optometristas son adultos jóvenes. En estos resultados obtenidos se puede evidenciar que en el campo de la optometría está siendo ejercida principalmente por población joven no importando cual sea la labor que estos desempeñan, estos datos se respaldan con un estudio realizado Cortés Centeno et al (2017) donde la edad predominante en el personal de ópticas era entre los rangos de 18-28 años de edad en un 42%.

Los resultados referentes a la ocupación de los trabajadores con sexo, se refleja que el sexo masculino tuvo mayor predominio en los optometristas asistenciales (53.4%). Lo que respaldó a datos estadísticos realizados por Cortés Centeno et al (2017) que indicaron que el 58% del personal de las ópticas que se estudiaron pertenecen al sexo masculino y el 42% sexo femenino.

Respecto a los años de experiencia que presentan los participantes, el rango que predominó fue entre 1-5 años de experiencia (53.4%), seguido por el rango de 5-10 años de experiencia (26.6%), esto puede deberse a que la mayoría de los encuestados eran adultos jóvenes, probablemente recién egresados de sus carreras.

En cuanto a los resultados del grado académico que poseen los participantes, los resultados reflejados fueron que la mayoría de los encuestados tienen el grado técnico, en el cual 66.6%



de los optometristas asistenciales son técnicos y solo el 33.4% son licenciados. Este alto nivel de porcentaje en la variable puede deberse a que la carrera de optometría y todo lo que implique en su campo, no son populares y frecuentes en universidades de país, y la mayoría de los participantes conocen los cursos técnicos que puede tener esta rama; otra diferencia son los periodos de tiempo para poder ejercer la carrera.

Basándonos en la experiencia que tienen los participantes se realizó la interrogante sobre los conocimientos de los índices de calidad de las marcas estudiadas, resultando que la marca Sun-sensor es una de las marcas más conocidas entre las estudiadas, destacando que la mayoría de los optometristas asistenciales (66.6%) indicaron conocer sus índices de calidad, En el caso de la marca Transclear la mayoría de los participantes respondieron conocer los índices de calidad de esta marca, teniendo el mismo promedio en comparación a la marca Sun-sensor (66.6%). En la marca Visionic sucedió lo contrario a las marcas anteriores, esta marca tiene índices de calidad desconocidos para el grupo de participantes (60%). En la mayoría de los participantes que indicaron conocer los índices de calidad se pudo observar que sus conocimientos han sido obtenidos por capacitaciones que han recibido en sus centros de labores, otros conocen los índices de calidad por folletos que han recibido por parte de los fabricantes que distribuyen estas marcas y un mínimo porcentaje de participantes que indicaron conocerlos ha sido por la experiencia que han ido adquiriendo durante sus años de labores.

Referente a los resultados de reclamos por fotofobia de las marcas en estudio, en función a la localización geográfica, en la marca Sun-sensor el distrito que mayor porcentaje tuvo con menos reclamos, es el distrito IV (46.7%) el cual indico no tener reclamos por fotofobia, seguido por el distrito I (36.7%). Para la marca Transclear, el mayor porcentaje con menos cantidad de reclamos lo obtuvo el distrito IV (40%), seguido por el distrito I (26.7%), en donde ambos distritos refirieron no tener reclamos por fotofobia. En la marca Visionic, el personal del distrito IV (33.3%) no presento reclamos seguido por el distrito I (30 %). Lo que destaca que las marcas en estudio presentan un buen nivel para reducir la fotofobia, siendo la primera opción la marca Sun-sensor. La fotofobia y el agotamiento visual, son una de las razones principales por las cuales los pacientes acudieron a las ópticas en estudio, con el objetivo de adquirir algún tipo de tratamiento como por ejemplo los fotocromáticos, las principales razones por las que hubieron reclamos y el paciente continuo presentando fotofobia se debe al tiempo y nivel de oscurecimiento que

tienen las marcas así como la reacción tardía a los rayos UV y probablemente por el tipo de material que tienen estas marcas.

En cuanto a reclamos por tiempo de oscurecimiento y la localización geográfica de los trabajadores se resaltan los siguientes resultados, para la marca Sun-sensor el distrito que menos reclamos tuvo (lo que conlleva a un mayor porcentaje) es el distrito IV (43.3%) el cual aseguraron no haber tenido reclamos en el tiempo de oscurecimiento, seguido por el distrito I (40%); lo que significa que independientemente del distrito, la marca Sun-sensor no presenta reclamo referente a esta variable. Para la marca Transclear, el distrito IV (30%) y el distrito I (26.7%) de los encuestados afirmaron no tener reclamos de este. En la marca Visionic, el distrito IV (26.7%) no refirió reclamos al igual que en el distrito I (23.3%). No se encontraron referencias bibliográficas sobre el tiempo de oscurecimiento que estas marcas puedan tener según la localización. Sin embargo, en este trabajo se ha observado que la marca que más recomiendan por su calidad en el tiempo de oscurecimiento es la marca Sun-sensor seguida por Transclear, la cual esta última tiende a oscurecer más en el material CR-39 en comparación al material policarbonato; tomando así los participantes estas variables como dato importante al momento de recomendarla.

Con relación a reclamos sobre el nivel o cantidad de oscurecimiento y la localización geográfica donde laboran los participantes, los resultados que más resaltaron fueron los de la marca Sun-sensor (36.7%) en ambos distritos, refiriendo un bajo nivel de porcentaje en reclamos. En la marca Transclear, las respuestas de ambos distritos tuvieron el mismo porcentaje (26.7% cada uno) en referencia a reclamos, lo que significa que, sumando el porcentaje de ambos distritos, en la marca Transclear hubo más cantidad de reclamos (53.4%). En la marca Visionic, el distrito que menos reclamo tuvo es el distrito I (26.7%) en donde el personal refirió no haber tenido reclamos de este tipo, caso contrario para el distrito IV el cual aseguro haber tenido más cantidad de reclamos (33.3%). El cual, un bajo nivel de oscurecimiento puede deberse al tipo de material que tienen estos tratamientos.

Respecto a reclamos por aberraciones cromática en las marcas en estudio y la localización geográfica donde laboran los participantes, resultando que el tratamiento con menos reclamos por aberraciones es la marca Transclear, en donde el personal del distrito I (46.7%), seguido por el distrito IV (33.3%) negaron tener reclamos por aberraciones. En la marca Sun-sensor, el

distrito I respondió igual que con la marca Transclear (46.7%) indicando no tener este tipo de reclamos, en referencia al distrito IV (30%) su promedio de reclamos fue menos que el de no reclamos. Para la marca Visionic, en el distrito I (46.7%) de los participantes respondieron no tener reclamos por aberraciones, y en el distrito IV (26.7%) fue menor la cantidad que menciona no tener este tipo de reclamos. Para las aberraciones cromáticas o a los que los pacientes pudieran observar al momento del tratamiento ser aplicado al lente, los participantes descartaron altamente esta posibilidad en las marcas Transclear y Sun-sensor, no siendo así para la marca Visionic. Las posibles causas de reclamos por aberraciones cromáticas según este estudio siguiendo las opiniones de los participantes, pueden deberse al índice de refracción o defectos que pudiera haber en el material, así como la calidad del material del que están hecho estos fotocromáticos

En referencia a recomendar los tratamientos en estudio y la localización geográfica donde laboran los participantes, los resultados más altos para la marca Sun-sensor pertenecen al distrito IV (50%) del personal recomendó esta marca y ninguno en este distrito recomendó lo contrario, seguido por distrito I (43.3%) que dijeron recomendarlo. En la marca Transclear, el distrito IV (46.7%) si recomendó esta marca al igual que el distrito I (40%). Para la marca Visionic el resultado de ambos distritos fueron iguales en porcentajes, el 43.3% de cada distrito refirieron recomendarlo. Esto indica que entre los tratamientos no hubo diferencia significativa para recomendarlos, lo que representa para los participantes una aparente igualdad entre estos.

En referencia a la fácil adaptación de las marcas en estudio y la localización geográfica de cada participante, reflejan que, en la marca Sun-sensor, Transclear y Visionic obtuvieron los mismos promedios en ambos distritos, considerando el distrito IV (50%) fácil adaptación para el usuario todas las marcas en estudio, así como la mayoría del personal en el distrito I (43.3%), lo que significa que del 100% de fácil adaptación, las marcas tienen un 93.3% de facilidad. Este estudio de tesis destaca señalar que hasta el momento no se ha demostrado que alguna marca de fotocromático sea de adaptación dificultosa para el paciente, principalmente en estas, ya que al momento del paciente presentar problemas como fotofobia o fatiga visual, el fotocromático ayuda a la protección y confort visual del paciente pasando prácticamente desapercibido el tratamiento fotocromático al momento de reaccionar ante los rayos UV presentando oscurecimiento.

Con relación al precio de venta con la calidad de las marcas y la localización donde labora cada participante, los resultados para cada respuesta se obtuvieron en respuestas Likert, teniendo los valores de la siguiente manera 1=Nada de acuerdo, 2=En desacuerdo, 3=Indiferente, 4= De acuerdo y 5= Muy de acuerdo; así se obtuvo que en la marca Sun-sensor, el distrito I (43.3%) respondieron estar de acuerdo con el precio de venta debido a su calidad, esto quiere decir que su valor si corresponde con los beneficios y ventajas que esta marca ofrece, seguido por el 6.7% que respondieron estar muy de acuerdo, lo que significa que están absolutamente seguros de que el precio de este es el adecuado referente a su calidad; en el distrito IV la mayoría del personal estaba de acuerdo (33.3%) referente a la variable interrogada y el 10% muy de acuerdo. En lo que corresponde a la marca Transclear, la mayoría indico estar de acuerdo (36.7%) y 3.3% muy de acuerdo, en el distrito IV los participantes estuvieron de acuerdo (16.7%) y un 10% estuvo muy de acuerdo. En la marca Visionic, los resultados fueron bajos en comparación a las marcas anteriores, el nivel de personas acuerdo en esta marca no fueron tan altos como las demás, en el distrito I el mayor nivel de personas estuvo de acuerdo (26.7%), seguido por el nivel de personas que estuvieron nada de acuerdo (16.7%) lo que significa que este segundo grupo refirió que la calidad de esta marca no es muy buena para el precio que tiene considerándolo elevado, y solo un 3.3% está muy de acuerdo en respuesta a esta variable; en lo que respecta al distrito IV, el porcentaje mayor lo obtuvieron las personas que están de acuerdo (16.7%) y las que estuvieron indiferente (16.7%) lo que quiere decir que en este segundo grupo estas personas no están de acuerdo pero tampoco en desacuerdo en respuesta a la variable, seguido en un menor porcentaje (3.3%)de personas que están muy de acuerdo,. Lo que se considera que en respuesta a esta variable que, si se valora dándole un valor del 100% a cada marca, el mayor porcentaje lo tuvo la marca Sun-sensor (93%) indicando que esta marca es la que posee mayores niveles de calidad y por eso su precio; seguido por la marca Transclear (66.7%) y por último la marca con Visionic con (50%). Se destaca que la mayoría de sus características son correlativas al precio de venta que tiene el tratamiento Sun-sensor, en la marca Transclear se reflejó este porcentaje porque no todos los participantes están de acuerdo ya que los niveles de calidad que esta presenta, así como su oscurecimiento no son tan correlativos con su precio.

Respecto a la relación nivel de calidad de las marcas y localización donde labora cada participante, las respuestas con mayor nivel de porcentaje se obtuvieron en la marca Sun-

sensor en el distrito I, el cual mayor nivel de participantes (40%) respondieron estar de acuerdo, lo que significa que consideran que esta presenta un buen nivel de calidad y el 6.7% respondieron estar muy de acuerdo, en el distrito IV, el mayor nivel estaba de acuerdo (30%) y el 6.7% muy de acuerdo. En lo que corresponde a la marca Transclear, los participantes consideraron que la calidad que presenta esta marca es buena por eso respondieron estar de acuerdo (26.7%) y muy de acuerdo (6.7%); en lo que es el distrito IV 10% respondieron indiferente, 20% de acuerdo y un 3.3% estuvo muy de acuerdo. En la marca Visionic, en el distrito I los mayores porcentajes corresponden al grupo que estuvo de acuerdo (20%) y el grupo que estuvo nada de acuerdo (13.3%), solo el 3.3% estuvo muy de acuerdo; en lo que respecta al distrito IV, los grupos con promedios más fueron los que respondieron estar de acuerdo en respuesta a la variable (20%), seguido por los que están nada de acuerdo (16.7%). Según datos vistos anteriormente la marca Visionic es la que ocupa el último lugar en respuesta a todas las variables y esta no fue la excepción, la mayoría de los participantes consideran que los niveles que ofrece esta marca no son tan buenos en comparación a la marca Sun-sensor y Transclear. La principal característica de calidad que presentan estas marcas es que Sun-sensor tiene mayor nivel de resistencia a la temperatura, así como mayor nivel de oscurecimiento y protección uv, Transclear tiene mayor claridad en interiores, quedando Visionic como el tratamiento que tiene menor variedad en material.

En respuesta a la disminución del campo óptico del lente por las marcas en estudio y la localización geográfica donde laboran los participantes, se resaltan los siguientes resultados; en la marca Sun-sensor y Transclear los participantes del distrito I el 50% respondieron estar nada de acuerdo con esta variable, lo que significa que el tratamiento no causa en absoluto ninguna disminución en el campo del lente, en el distrito IV el 33.3% refirieron estar nada de acuerdo y el 16.7% de los participantes refirieron estar en desacuerdo, lo que lleva a una similitud de respuesta con el distrito anterior. En la marca Visionic el 50% del distrito I respondieron estar nada de acuerdo, en el distrito IV respondieron 36.7% nada de acuerdo y 13.3% en desacuerdo. Hasta el momento no se ha encontrado fuente que demuestre lo contrario en referencia a si un tratamiento fotocromático disminuya el campo del lente, lo cual ha sido comprobado en esta tesis por medio de esta encuesta a profesionales en el campo de la optometría.

En referencia a la disminución de la calidad óptica del lente en el campo central por las marcas en estudio y la localización geográfica donde ,resultó que en la marca Sun-sensor y la marca Transclear los participantes del distrito I el 50% respondieron estar nada de acuerdo con esta variable, lo que indica que el tratamiento no causa en absoluto ninguna disminución en el campo central del lente, en el distrito IV el 36.7% refirieron estar nada de acuerdo y el 13.3% de los participantes refirieron estar en desacuerdo. En la marca Visionic el 50% del distrito I respondieron estar nada de acuerdo, en el distrito IV respondieron 40% nada de acuerdo y 10% en desacuerdo. Así como respuesta a la variable anterior, se descarta la opción de que un tratamiento fotocromático principalmente el de estas tres marcas, puedan disminuir el campo central del lente.

En relación a disminución de la calidad óptica del lente en el campo periférico por las marcas en estudio, se realizó en función de la localización geográfica donde laboran los participantes, resultando que en la marca Sun-sensor, Transclear y Visionic los participantes de ambos distritos coincidieron en sus respuestas, teniendo los siguientes resultados para las tres marcas; del distrito I el 50% respondieron estar nada de acuerdo con esta variable, lo que indica que el tratamiento no causa disminución alguna en el campo periférico del lente, en el distrito IV el 36.7% refirieron estar nada de acuerdo y el 13.3% de los participantes refirieron estar en desacuerdo.

Respecto a la relación en el nivel de popularidad de las marcas y la localización geográfica, en la marca Sun-sensor en el distrito I el 33.3% respondió estar de acuerdo con el nivel de popularidad de dicha marca y un 16.7% muy de acuerdo, en el distrito IV, 16.7% estaban de acuerdo y el 20% muy de acuerdo. En la marca Transclear, en el distrito I el 36.7% estuvieron de acuerdo referente a la variable y el 13.3% muy de acuerdo, en el distrito IV 20% de acuerdo y un 13.3% estuvo muy de acuerdo. En la marca Visionic, en el distrito I respondieron que el 23.3% estuvo nada de acuerdo con el nivel de popularidad, el 13.3% respondió estar en desacuerdo; en lo que respecta al distrito IV, el 30% estuvo nada de acuerdo, 3.3% en desacuerdo. La marca Visionic fue la marca que menos popularidad tiene en el mercado por parte de los usuarios y de los especialistas en la salud visual, por ello es que hay poca información sobre los beneficios y desventajas que esta marca puede tener; no así en la marca Sun-sensor y Transclear que son más reconocidas en el mercado, teniendo un mayor nivel de

popularidad la marca Sun-sensor. La marca Sun-sensor es reconocida como la más popular en comparación a las demás por su fácil acceso en el mercado y su precio que es económico y a la vez el indicado para los beneficios que ofrece Sunsensor, así como también es reconocido como el tratamiento que más se adapta al lente digital, la marca Transclear es reconocida por su ventaja de estar en lente digital, dejando la marca Visionic como el tratamiento que menos publicidad presenta ante el mercado.

En los resultados obtenidos del experimento para la variable Tratamiento Fotocromático, la cual consistía en medir la cantidad de lux que atravesaban en estos, se observó que el fotocromático que menos cantidad de lux atravesaba por medio de él es la marca Transclear media de protección con 356.75 lux, seguido por la marca Sun-sensor con una media de 403.75 lux; lo que significa que a mayor cantidad de lux atravesados en los fotocromáticos hay menos protección para rayos lumínicos, estos resultados son los esperados tomando como referencia las opiniones de los participantes respecto a las marcas Transclear y Sun-sensor.

En cuanto a la variable Luz que atraviesa el lente con filtro UV y Tratamiento fotocromático se realizó para que a través de los fotocromáticos atravesaran esencialmente los rayos UV y poder medir en lux sus resultados, observándose que la marca Sun-sensor fue la que menor media (rango) tuvo, registrando 93.5 lux seguida por la marca Transclear con 98.8 lux; lo que significa que entre menor sea la media es mayor el nivel de protección brindado por parte del tratamiento fotocromático, siendo esta variable una de las más importantes ya que los rayos UV son los que mayor daño ocular pueden causar; los resultados de esta variable pueden deberse al tipo de material el cual están hecho los fotocromáticos, en donde según el grupo focal estas marcas son las que tienen mejor material en comparación a Visionic.

Referente a los resultados de la variable Luz ambiente que atraviesa el lente con Tratamiento fotocromáticos se observó que el tratamiento Transclear obtuvo una media de 455.6 lux, seguido por el tratamiento Sun-sensor con una media de 497 lux; a pesar de tener distintas horas para la realización del experimento, la marca Visionic resultó ser la que menor protección ante luz ambiente aporta, lo cual significa que entre la marca Sun-sensor y Transclear existe diferencia de medias pero ambas garantizan altos niveles de protección.

Basándonos en los resultados de la variable tiempo de oscurecimiento, la cual indica cuanto tardan en segundos los tratamientos entre sí para oscurecerse se observó que la marca Sun-sensor es la que menos tarda en oscurecerse, teniendo una media de 5.82 segundos; caso contrario para la marca Visionic ya que es el tratamiento que más tardó en oscurecerse con una media de 9.69 segundos; esta variable es importante para el optometrista, ya que la mayoría de los usuarios prefieren un oscurecimiento total en sus lentes como medida de garantizar un mayor confort visual ante ciertos síntomas visuales.

En lo que respecta a la variable tiempo de aclarado se observó la marca que menos tarda en aclarar es Sun-sensor en comparación a las demás marcas, con un media de 40.6 segundos, lo cual cabe destacar que la mayoría de tratamientos fotocromáticos tardan alrededor de 2 minutos para poder estar en su estado de completo aclarado; el tiempo que tarda en aclarar un fotocromático es importante más que todo en el área estética debido a que los usuarios prefieren el menor tiempo posible de aclarado ante los bruscos cambios lumínicos a los que estos puedan estar sometidos.

La variable luz ambiente fue de gran importancia al momento de exponer cada tratamiento; ya que de esta manera descartamos la posibilidad de que algunas tuvieran mayor nivel de luminosidad que otros, para los tratamientos la media no fue tan asimétrica, ya que la media en la marca Transclear fue de 812.375 lux, en la marca Visionic de 829.875 lux y la marca Sun-sensor de 800.75 lux, lo cual los tres tuvieron casi el mismo parámetro lumínico para que todas las pruebas de índice de calidad fueran realizadas.



### 13. Conclusiones

Del análisis de los resultados obtenidos en el presente estudio sobre **“Relación de los factores de calidad de los tratamientos oftálmicos fotocromáticos aplicado al material CR-39 en relación a la percepción de los optometristas del distrito I y IV del departamento de Managua, Nicaragua; en su práctica clínica durante el año 2019”**, se concluyó lo siguiente:

1. En referencia a los datos generales de los participantes, el grupo etario que mayor predominó fue el grupo entre los 23-30 años de edad y el grupo de género que mayor predominó fue el masculino. En el grupo de estudio la mayoría del personal presentaron entre 1-5 años de experiencia, y el grado académico que predominó entre los participantes fue el grado técnico referente al cargo que ocupan.
2. En lo que respecta a los índices de calidad más conocidos, son los de la marca Sun-sensor seguido por la marca Transclear.
3. En cuanto a reclamos por fotofobia, tiempo de oscurecimiento, cantidad y/o nivel de oscurecimiento y aberraciones, la marca que más reclamos ha tenido en estos aspectos ha sido la marca Visionic y la marca que menos reclamos tuvo es la marca Sun-sensor.
4. El tratamiento que los participantes dijeron recomendar más fue la marca Sun-sensor, opinión contraria pero no en un porcentaje significativo para la marca Visionic. En cuanto a fácil adaptación de las marcas en estudio, se demostró que las tres marcas son fáciles de adaptarse para el paciente.
5. El precio de venta que es más relativo con la calidad que presenta el tratamiento es el de la marca Sun-sensor, a la vez este tiene los mayores niveles de calidad, que significa que el precio es el indicado por los beneficios que esta marca presenta.
6. En disminución al campo óptico del lente tanto central como periférico se reveló que ninguno de los tratamientos fotocromáticos en estudio causa este efecto en la corrección de los usuarios.
7. La marca que tiene mayor popularidad en el mercado, es el tratamiento Sun-sensor, seguido por un porcentaje similar la marca Transclear.
8. En cuanto a las pruebas experimentales realizada, la marca que posee mayor nivel de oscurecimiento y menor tiempo de aclarado es la marca Sun-sensor.

9. El fotocromático con menos cantidad de lux en condiciones de luz ambiente fue el tratamiento Transclear, y el que menor cantidad de lux percibió con filtro UV fue la marca Sun-sensor.
10. El tratamiento que menos tardo en aclararse y oscurecerse fue la marca Sun-sensor.

## **14.Recomendaciones**

Una vez concluida la tesis, se considera interesante e impórtate expandir conocimientos relacionados a este tema

1. Extender los estudios expuestos en esta tesis factores de calidad de los tratamientos fotocromáticos, para afianzar las bases necesarias que permitan al optometrista una buena toma de decisión a la hora del examen optométrico clínico.
2. Ampliar los conocimientos expuestos en esta tesis para promover el estudio en otras marcas de fotocromáticos.
3. Promover normativas de bioseguridad para el cumplimiento de un determinado rango de calidad a los laboratorios en la elaboración de marcas de fotocromático.
4. Transmitir el uso de tratamientos fotocromáticos para prevenir daños oculares causados por luz UV, así como para ayudar al confort visual.
5. Los tratamientos fotocromáticos pueden aplicarse a cualquier tipo de material, pero basados en los datos obtenidos de las técnicas de recolección de información cualitativa se recomienda en la consulta clínica principalmente el CR-39.

## 15. Bibliografía

- Amini A, D. K. (2006). Fotofobia en un paciente ciego. *Pubmed*, 765-768.
- Barragan Rodríguez, W. G. (2017). Fotoquímica y retina. En *Neurofisiología de la visión* (págs. 28-30). Bogotá: Fondo editorial Areandino.
- Buch, J. R., Toubouti, Y., & Cannon, J. (Enero de 2020). *Ensayo cruzado aleatorio que evalúa el impacto de Senofilcon Una lente fotocromática en el rendimiento de conducción*. Obtenido de [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31895273/?from\\_linkname=pubmed\\_pubmed&from\\_from\\_uid=27346784&from\\_page=8&from\\_pos=10](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31895273/?from_linkname=pubmed_pubmed&from_from_uid=27346784&from_page=8&from_pos=10)
- Cadena Ramírez, L. (2015). *Repositori*. Obtenido de Repository: [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/18303/50062702\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/18303/50062702_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cadenas, C. A. (2011). Determinación de la fotoprotección de lentes de sol fotocromáticas, polarizadas y de policarbonato. *Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente*.
- Chen, S., Badea, T., & Hattar, S. (2011). El fotoentrenamiento y el reflejo pupilar de luz están mediados por poblaciones distintas de ipRGC. *PubMed*, 92-95.
- Clinica isv*. (s.f.). Obtenido de Clinica isv: <https://www.clinicaisv.cl/efectos-de-la-luz-ultravioleta-en-los-ojos/>
- Colombo, L., Melardi, E., Ferri, P., & al, e. (Agosto de 2017). *Mejora de la función visual con lentes fotocromáticas y selectivas de lentes con filtro de luz azul violeta en pacientes afectados por enfermedades de la retina*. Obtenido de [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28830379/?from\\_linkname=pubmed\\_pubmed&from\\_from\\_uid=27346784&from\\_page=5&from\\_pos=9](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28830379/?from_linkname=pubmed_pubmed&from_from_uid=27346784&from_page=5&from_pos=9)
- Digre, K. B., & Brennan, M. (2013). Shedding light on photophobia. *revista oficial de la Sociedad Norteamericana de Neurooftalmología*.
- Domínguez, J. F. (2013). *Resistencia a los impactos: una mirada óptica*. bogota: cien. tecnol. salud. vis. ocul.
- Esteve, E. (2003). El papel de las lentes en la fotoprotección ocular. *Elsevier*, 72-78.
- Fransoy, B. (2004). *Tecnología óptica*. Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica, 2004.
- Fransoy, B., Guisasaola València, L., & Vera Tenza, M. (2004). Tecnología óptica. En B. Fransoy. Catalunya: Edicions de la universidad politecnica de Catalunya.
- Gafas-Para. (27 de diciembre de 2017). *Todo sobre el material de lente plástica estándar CR39*. Obtenido de Gafas-Para: <http://gafas-para.com/todo-sobre-el-material-de-lente-plastica-estandar-cr39/>
- Galindo, A. B., & A Villegas, E. (2001). Lentes fotocromáticas. En A. B. Galindo, & E. A Villegas, *Montaje y aplicaciones de lentes oftálmicas* (págs. 308-309). Murcia: Universidad de Murcia servicios de publicaciones.
- García San Narciso, M. (2015). La intolerancia a la luz, signo de patologías. *El periódico*. Obtenido de El periódico.
- Garrote Valero, D. (11 de Mayo de 2016). *Lentes fotocromáticas no se oscurecen dentro del automóvil*. Obtenido de <http://mismientirasfavoritasdiego.blogspot.com/2016/05/las-lentes-fotocromaticas-no-se.html>

- Gimeno, M. (2017). Lesiones oculares producidas por el sol y como prevenirlas. *Admiravision*.
- Glavas, I. P., Patel, S. M., Donsoff, I. M., & Stenson, S. M. (30 de abril de 2004). Gafas de sol y patrones de uso de lentes fotocromáticos en personas con gafas o lentes de contacto. *Eye & contact lens*. Obtenido de Sunglasses-and photochromic lens-wearing patterns in spectacle and/or contact lens-wearing individuals.: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15260353>
- González Sánchez, L. R. (2007). *Conocimientos sobre el daño ocular causado por radiaciones ultravioleta en la población estudiantil del colegio departamental de cucaita boyaca*. Obtenido de DocPlayer: [https://docplayer.es/9013187-Conocimientos-sobre-el-dano-ocular-causado-por-radiaciones-ultravioleta-en-la-poblacion-estudiantil-del-colegio-departamental-de-cucaita-boyaca.html#show\\_full\\_text](https://docplayer.es/9013187-Conocimientos-sobre-el-dano-ocular-causado-por-radiaciones-ultravioleta-en-la-poblacion-estudiantil-del-colegio-departamental-de-cucaita-boyaca.html#show_full_text)
- Guler, Ecker, & al, e. (2008). Las células de melanopsina son los conductos principales para la entrada del cono de barra a la visión que no forma imágenes. *PubMed*, 102-105.
- H. Suárez, C. C. (2018). Mediciones de laboratorio de trasmittancia uv a través de tejidos, anteojos. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*.
- Hammond, B., Buch, J., & Hacker, L. (2020). The effects of light scatter when using a photochromic vs. non-photochromic contact lens. *ELSEIVER*.
- Heiting, G. (mayo de 2019). *All about vision*. Obtenido de <https://www.allaboutvision.com/es/gafas/escogar-cristales.htm>
- Jackson, E. (2011). Disfunción lagrimal y la córnea. *PubMed*, 900-909.
- Kanski, J. J., & Bowling, B. (2012). Albinismo. En J. J. Kanski, & B. Bowling, *Oftalmología Clínica 7a edición* (pág. 683). Barcelona, España: Elseiver.
- Kawasaki A, P. V. (2002). Photophobia as the presenting visual symptom of. *pubmed*, 3-8.
- Lakkis, C., & Weidemann, K. (Julio de 2006). *vision impact institute*. Obtenido de vision impact institute: <https://visionimpactinstitute.org/es/research/evaluation-performance-photochromic-spectacle-lenses-children-adolescents-aged-10-15-years/>
- Lay, J. A. (31 de Marzo de 2017). (M. J. Sánchez, Entrevistador)
- Liou, J.-C., Teng, M.-C., Tsai, Y.-S., Lin, & Chen, B.-Y. (Agosto de 2015). *La lente de gafas con bloqueo UV protege contra la disminucion del rendimiento visual inducida por los rayos UV*. Obtenido de [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26283865/?from\\_linkname=pubmed\\_pubmed&from\\_from\\_uid=27346784&from\\_page=6&from\\_pos=6](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26283865/?from_linkname=pubmed_pubmed&from_from_uid=27346784&from_page=6&from_pos=6)
- Lipton, R., Dodick, D., Sadovsky, R., & et, a. (2003). Un cribador autoadministrado de migraña en atención primaria. *PubMed*, 375-382.
- Membreño, W. (24 de Noviembre de 2014). *Lentes de absorcion*. Obtenido de Lentes fotocromaticos: <https://es.slideshare.net/membrenow/lentes-fotocromaticos>
- Mingarro Castillo, M. M. (2013). Revista Clínica de Medicina de Familia. *Scielo*.
- Moran, j. A. (2011). *pubmed*.

Muñoz Negrete, F. J. (2012). Retina y Vitreo. En F. J. Muñoz Negrete, *Retina y Vitreo* (págs. 13-14). Barcelona, España: ELSEVIER.

Oliveira, R. C., & Kara Jose, N. (Junio de 2004). *Comparação do desempenho e comodidade visual entre lentes fotossensíveis e incolores*. Obtenido de Scielo: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-27492004000300026&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27492004000300026&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)

Ordóñez, I. M. (s.f.). *IMAGEN ÓPTICA*. Obtenido de IMAGEN ÓPTICA: <http://www.imagenoptica.com.mx/pdf/revista46/lentes.htm>

Palacios Méndez, S. I. (4 de Julio de 2016). *Repositorio unan*. Obtenido de Adaptación de Lentes Oftálmicas en Ópticas de Nicaragua, Septiembre-Noviembre 2015: <https://repositorio.unan.edu.ni/2174/1/63226.pdf>

Pino, F. (10 de 02 de 2011). *vix*. Obtenido de vix: <https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/2011/10/02/el-espectro-visible-de-luz>

Pradana, D. (13 de Agosto de 2019). *Óptica Gasset*. Obtenido de <https://opticagasset.com/gafas/lentes-fotocromaticas/>

*proceso de fabricacion de lentes*. (Noviembre de 2011). Obtenido de proceso de fabricacion de lentes: <http://files.sld.cu/optometria/files/2011/09/proceso-de-fabricacion-de-lentes.pdf>

Prokofyeva E, T. E. (2011). Patrones iniciales de síntomas visuales en las distrofias retinianas hereditarias. *Fundacion retina madrid*, 151.

Púmariega, González, M., Tamayo, V., & Sánchez Lamar, Á. (2009). *LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA. SU EFECTO DAÑINO*. cuba.

Purves, D., Augustine, G., & Fitzpatrick, D. (1 de Diciembre de 2018). Que es la retina. *Macula-retina*.

*Recorrido y actividad de un rayo de luz*. (s.f.). Obtenido de Redgeomatica: [redgeomatica.rediris.es](http://redgeomatica.rediris.es) › carto2 › arbolB › cartoB › Bcap5

Renzi-Hammond, L. M., & Hammond Jr, B. R. (Junio de 2016). *Los efectos de las lentes fotocromicas en el rendimiento visual*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27346784/>

Riordan-Eva, P. (2012). Retina. En *Vaughan y Asbury. Oftalmología general, 18e* (pág. cap. 10). McGraw-Hill Interamericana.

Sacchetti Zaratti, F., & Gisbert Forno, R. (2003). *La radiacion ultravioleta en bolivia*. La Paz, Bolivia: CREATIVA 2488588.

Santos-Villarreal, G. d. (s.f.). *Compuestos fotocromatico: molecula intenligente y con buena memoria* . coahuila.

Schmidt, T., Chen, S., & Hattar, S. (2011). Células ganglionares retinales fotosensibles intrínsecamente: muchos subtipos, funciones diversas. *PubMed*.

Suarez, H., & Cadena, C. (2008). *MEDICIONES DE LABORATORIO DE TRASMITANCIA UV A TRAVÉS DE TEJIDOS, ANTEOJOS*. Obtenido de MEDICIONES DE LABORATORIO DE TRASMITANCIA UV A TRAVÉS DE TEJIDOS, ANTEOJOS: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/94783/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/94783/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Thebault, S. (2011). El epitelio pigmentario como componente de la barrera hemato retiniana. *Revista digital universitaria*, 7.

Urtubia Vicario, C. (1996). Fisiología de la retina. En *Neurobiología de la visión* (pág. cap.11). Catalunya: Universidad politecnica de catalunya.

Urtubia Vicario, C. (1999). Fotoquímica de la visión . En C. Urtubia Vicario, *Neurobiología de la visión* (págs. 95-96). Catalunya: Edicions UPC.

Villegas, & Perez. (2005). EXPOSICIÓN A LA LUZ, LIPOFUSCHINA Y DEGENERACIÓN . *Scielo*, 1.

Visual, A. (25 de febrero de 2013). *Agudeza Visual*. Obtenido de Agudeza Visual:  
<https://agudezavisual.com/index.php/2013/02/25/transitions-optical-presenta-sus-nuevas-lentes-transitions-signature-vii>  
<https://agudezavisual.com/index.php/2013/02/25/transitions-optical-presenta-sus-nuevas-lentes-transitions-signature-vii/>

Werner, L., Abdel-Aziz, S., & al, e. (2011). Accelerated 20-year sunlight exposure simulation of a photochromic foldable intraocular lens in a rabbit model. *Pubmed*.

## 16. Anexos

### Anexo 1

#### Entrevista



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua

Facultad de Ciencias Médicas

Optometría Médica



La presente entrevista está dirigida principalmente a optometristas asistenciales que actualmente se encuentren ofertando los servicios en ópticas de los distritos I y IV del departamento de Managua, Nicaragua.

**Objetivo:** Conocer las principales marcas de fotocromáticos que utilizan los optometristas asistenciales de los distritos I y IV del departamento de Managua, Nicaragua, así como la importancia del uso de lentes fotocromáticos y las ventajas que estos tratamientos poseen

**Metodología:** Se incluyeron un total de 30 optometristas del distrito I y IV del departamento de Managua, con quienes se dialogó sobre la percepción clínica que poseen acerca de la importancia del uso de fotocromáticos, ventajas y las principales diferencias que pueden existir en algunas marcas. Los datos obtenidos en esta investigación serán utilizados para enriquecer el contenido teórico académico, así como para ofrecer información científica a los optometristas asistenciales, que les facilite la toma de decisiones más adecuadas para sus clínicas y pacientes. Los datos de índice personal no serán incluidos en la publicación de resultados.

#### Objetivo

- Definir que son tratamientos fotocromáticos y la importancia clínica que estos tienen en la vida cotidiana del usuario.
- Determinar las principales marcas de fotocromáticos que son ofertadas en el mercado a nivel nacional, así como el tipo de material en el que es más usado.



- Indicar las principales características que debe poseer un lente fotocromático.

## Preguntas

1. ¿Qué es un tratamiento fotocromático?
2. ¿Cómo funcionan las lentes fotocromáticas y quienes pueden usarlas?
3. ¿Cuál es la diferencia entre las lentes fotocromáticas y las gafas de sol?
4. ¿Qué ventajas y desventajas existen al utilizar lentes con tratamientos fotocromáticos?
5. ¿Qué tipo de fotocromáticos conoce y ha utilizado?
6. ¿Qué tipo de protección ofrecen los lentes fotocromáticos?
7. ¿Qué tipo de pacientes son los que deberían de utilizar este tipo de tratamiento?
8. ¿En qué tipo de material recomiendan aplicar este tratamiento?
9. ¿Cuáles deberían ser los principales índices de calidad que debe tener un lente fotocromático?
10. ¿Con que rapidez deberían oscurecerse y aclararse las lentes fotocromáticas?
11. ¿Existe alguna variabilidad para el paciente referente a su agudeza visual?
12. ¿Qué tipo de patologías podría causar el estar expuestos mucho tiempo a radiaciones UV sin la protección adecuada?
13. ¿Usted refiere lentes fotocromáticas a todos los pacientes que presentan incomodidad a la luz solar?
14. ¿Puede el paciente adaptarse fácilmente a las lentes fotocromáticas no importando la graduación que este tenga?
15. ¿Considera que los beneficios que poseen estos tratamientos son los indicados en referencia al precio?
16. ¿Cuáles son los principales cuidados que se deben tener con los lentes fotocromáticos?
17. ¿Considera importante la realización de un estudio acerca de los principales factores de calidad que debe tener un tratamiento fotocromático?

## Anexo 2

### Encuesta



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua

Facultad de Ciencias Médicas

Optometría Médica



**Esta encuesta está dirigida a optometristas asistenciales que actualmente se encuentren ofertando los servicios en ópticas de los distritos I y IV del departamento de Managua, Nicaragua. Durante el periodo de enero a marzo del año 2020.**

**Objetivo:** Conocer las opiniones de los encuestados, así como las experiencias obtenidas en el uso diario de los tratamientos oftálmicos Sun sensor, Visionic y Transclear, con la finalidad de describir la relación costo beneficio en el proceso de oferta y demanda con los factores de calidad de los tratamientos previamente mencionados.

**Metodología:** Se incluirán un total de 30 ópticas del distrito I, y IV del departamento de Managua, especialmente en Ciudad Jardín, Bolonia a quienes se les realizara una encuesta de opinión sobre el uso en la clínica de los tratamientos oftálmicos Sun sensor, Visionic y Transclear. Los datos obtenidos en esta investigación serán utilizados para enriquecer el contenido teórico académico, así como para ofrecer información científica a los optometristas asistenciales, que les facilite la toma de decisiones más adecuadas para sus clínicas y pacientes. Los datos de índice personal no serán incluidos en la publicación de resultados.

Consentimiento de participación.

Yo \_\_\_\_\_ con N° Ced. \_\_\_\_\_

Acepto participar de la presente encuesta de opinión sobre el tema investigativo “**Factores de calidad a los tratamientos oftálmicos fotocromáticos Sun sensor, Transclear y Visionic aplicado al material CR-39 durante el periodo de enero a marzo de 2020.**”, cediendo el derecho a uso de la información obtenida de las mismas a las investigadoras Br. Silvia Elena Flores Palacios con N° de Carnet 15030844 y Br. Karla Michelle Herrera Guevara con N° de Carnet 15030646.

No.de encuesta: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Localización Geográfica: Distrito I \_\_\_\_\_ Distrito IV \_\_\_\_\_

### DATOS GENERALES.

Edad \_\_\_\_\_ Sexo: 1) F \_\_\_; 2) M \_\_\_\_\_

#### I. INFORMACION SOBRE ASPECTOS ACADEMICOS Y LABORALES

Años de experiencia: 1-5  5 – 10  10- 15  15 - 20  20 –más

Grado académico. Técnico \_\_\_ Licenciatura \_\_\_ Especialidad \_\_\_ Maestría \_\_\_ Doctorado  
\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_

#### II. Aspectos a Evaluar

Marque con una X su opción u opciones seleccionada (s)

<b>En su práctica profesional ha utilizado los tratamientos oftálmicos</b>		
<b>Conoce los índices de calidad de las siguientes marcas en estudio</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Sun sensor		
Transclear		
Visionic		
<b>En su seguimiento al paciente, ha tenido reclamos en referencia a fotofobia</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Sun sensor		
Transclear		
Visionic		
<b>En su seguimiento al paciente, ha tenido reclamos en referencia al tiempo de oscurecimientos</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Sun sensor		
Transclear		
Visionic		
<b>En su seguimiento al paciente, ha tenido reclamos en referencia al nivel o cantidad de oscurecimientos</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Sun sensor		
Transclear		
Visionic		
<b>En su seguimiento al paciente, ha tenido reclamos en referencia a aberraciones cromáticas (alos)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Sun sensor		
Transclear		

Visionic		
<b>Recomendaría el tratamiento a los pacientes</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Sun sensor		
Transclear		
Visionic		
<b>Considera de fácil adaptación el tratamiento para los pacientes</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Sun sensor		
Transclear		
Visionic		

III. Marque con una X la opción que usted considere

(1 nada de acuerdo, 2 en desacuerdo, 3 indiferente, 4 de acuerdo, 5 muy de acuerdo)

Concepto	1	2	3	4	5
<b>El precio de venta del tratamiento se corresponde a la calidad del mismo.</b>					
Sun sensor					
Transclear					
Visionic					
<b>Nivel de calidad del tratamiento</b>					
Sunsensor					
Transclear					
Visionic					
<b>El tratamiento disminuye la calidad óptica del lente</b>					
Sunsensor					
Transclear					
Visionic					
<b>El tratamiento disminuye la calidad óptica en el campo central de visión</b>					
Sun sensor					
Transclear					
Visionic					
<b>El tratamiento disminuye la calidad óptica en el campo periférico de visión</b>					
Sun sensor					

<b>Transclear</b>					
<b>Visionic</b>					
<b>Nivel popularidad en el mercado</b>					
<b>Sun sensor</b>					
<b>Transclear</b>					
<b>Visionic</b>					

## Anexo 3

### PROTOCOLO DE GRUPO FOCAL

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua

Facultad de Ciencias Médicas

Optometría Médica

Este grupo focal está dirigida principalmente a optometristas asistenciales que actualmente se encuentren ofertando los servicios en ópticas de los distritos I y IV del departamento de Managua, Nicaragua.

**Objetivo:** Conocer si en la consulta clínica en ópticas toman importancia sobre el tipo de marca y calidad de las mismas para mayores beneficios a los pacientes. De las ópticas podemos tener información de la importancia en que se comercializan los lentes fotocromáticos.

**Metodología:** Se incluyeron un total de 6 optometristas del distrito I y IV del departamento de Managua, con quienes se realizó un abordaje sobre la percepción clínica que ellos tienen acerca de los tratamientos oftálmicos Sun sensor, Visionic y Transclear. Los datos obtenidos en esta investigación serán utilizados para enriquecer el contenido teórico académico, así como para ofrecer información científica a los optometristas asistenciales, que les facilite la toma de decisiones más adecuadas para sus clínicas y pacientes. Los datos de índice personal no serán incluidos en la publicación de resultados.

Buenas tardes estimados.

Espero se encuentren bien y llenos de éxitos profesionales.

El motivo del presente es solicitar su apoyo en la realización de un **grupo focal**.

Esta actividad complementa el proceso de culminación de mi tesis de licenciatura. **“Relación de los factores de calidad de los tratamientos oftálmicos fotocromáticos aplicados al material CR-39 en relación y la percepción de los optometristas del distrito I y IV del departamento de Managua, Nicaragua; en su práctica clínica durante el año 2019”** El objetivo del Grupo Focal es recabar información que me permita validar y mejorar mis instrumentos de recolección de datos; así como comprender mejor el fenómeno estudiado.

Su experiencia es enormemente valiosa, y si me honran con su apoyo, estamos seguras que le daría un gran aporte a este proceso de investigación.

Agradeciendo su amable atención, me despido. Bendiciones.

Silvia Flores Palacios

Karla Herrera Guevara

## **Introducción**

Estimado Sr(a),

Gracias por participar en el presente grupo de discusión con formato Grupo Focal.

El estar expuesto a cambios lumínicos puede provocar desde falta de confort visual hasta alteraciones oculares como deslumbramiento, catarata, fotoqueratitis, Pterigion, entre otras. Para obtener una adecuada calidad visual y evitar complicaciones es importante regular la luz que ingresa al ojo, mediante el uso de lentes fotocromático.

En el presente trabajo ejecutaremos pruebas de calidad a tres marcas elegidas al azar comprobado así sus beneficios para una mejor prescripción a la hora de la consulta optométrica clínicas con nuestros pacientes. Las marcas a estudiar son Sun sensor, Transclear y Visionic en el material Cr-39.

Este tratamiento puede ser aplicado a cualquier tipo de material, aun en CR-39 por los grandes beneficios que esta oferta donde el principal es su bajo costo. Los tratamientos oftálmicos fotocromático Sun-sensor, Transclear y Visionic serán expuestos a distintas pruebas resaltando los índices de calidad de cada uno de ellos, resaltando sus beneficios y diferencias en cada una de las marcas antes mencionadas.

El interés de este trabajo viene dado por la amplia variedad de marcas de lentes fotocromáticas que hay en el mercado, y valorar si estas cumplen con los estándares de calidad para la protección de los diferentes padecimientos que puedan estar presentando nuestros pacientes.

Este trabajo es uno de los primeros que persiguen analizar la calidad de las marcas de fotocromáticos que se encuentran en el mercado, aportando una base teórica científica para la toma de decisiones a la hora de la consulta optométrica clínica.

Los siguientes objetivos:

- Explorar el conocimiento de expertos clínicos en el uso de tratamientos fotocromático en la consulta clínica optométrico.



- Discutir y validar, basados en la experiencia de los honorables participantes, los instrumentos de recolección de datos propuestos por el investigador.

### **Estructura del Grupo Focal:**

- Presentación: tiempo estimado de duración 5 minutos.
- Explicación introductoria: tiempo estimado de duración 5 minutos.

**A continuación, se realizará una discusión moderada de una duración aproximada 1 hora y 30 minutos, con tipo de partición espontanea, para responder las siguientes interrogantes:**

### **Preguntas Generales**

- 1) Uso de tratamientos fotocromáticos en la práctica clínica
  - 1.1 han utilizado alguna de estas marcas
  - 1.2 Cuales
  - 1.3 Comente la finalidad clínica con que ha empleado este tratamiento

### **Preguntas Específicas.**

- ¿Que marcas de fotocromáticos venden?
- ¿Qué precio tienen cada uno?
- ¿Conoce cuál se oscurece más rápido?
- ¿Conoce cuál se aclara más rápido?
- ¿Conoce los índices de calidad de cada uno?
- ¿Qué características considera que deberían poseer los tratamientos fotocromáticos?
- ¿Conoce las marcas de fotocromáticos que están en mayor competencia en el mercado?
- ¿Cual opina que es mejor?
- ¿Considera que los tratamientos fotocromáticos que hay en el mercado brindan la suficiente información acerca del producto?
- Al momento de atender a un paciente ¿Cuáles son las marcas que más recomienda?  
¿Porque?
- ¿Posee alguna guía de información acerca de las ventajas y desventajas que tienen los fotocromáticos que oferta?

- ¿Considera que los fotocromáticos que oferta sus beneficios corresponden al costo?

**Preguntas de cierre.**

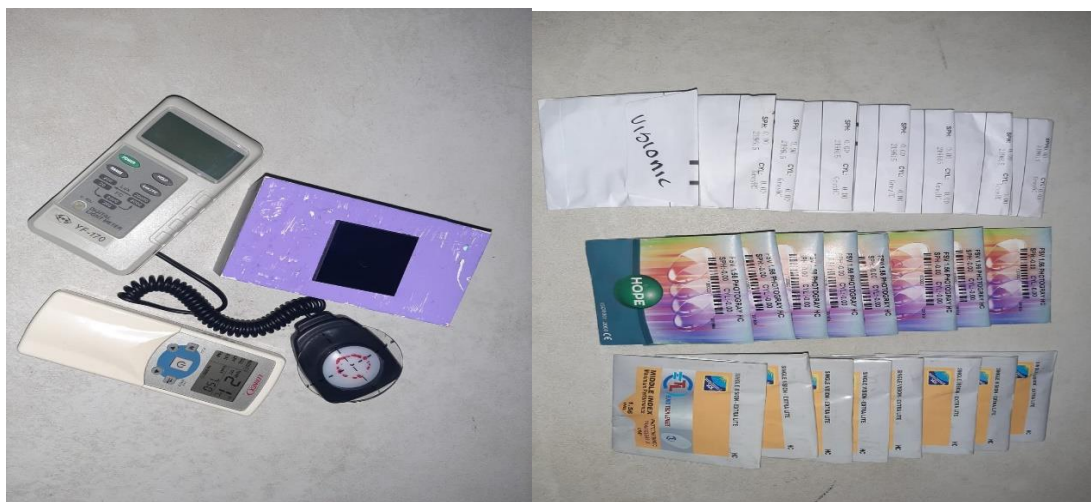
c) Metodología de investigación

a. ¿Qué consejos metodológicos podría sugerir al investigador?

b. ¿Considera de importancia esta investigación para enriquecer os fundamentos teóricos en el campo de la optometría?

Gracias por su valiosa participación.

## Anexo 4



*Luxómetro, Filtro UV, Sistema de aislamiento y lentes fotocromáticos.*

## Anexo 5

### Ficha de recolección de datos

Luz inicial	0.57 x10						
Temperatura	21°						
Hora	Marca	Luz que atraviesa el lente con filtro UV y Tratamiento fotocromático	Luz ambiente que atraviesa el lente con Tratamiento fotocromáticos	Luz Ambiente	Tratamiento	Tiempo de oscurecimiento en segundos	Tiempo de aclarado en segundos
12:14 pm	Visionic	155	536	850	381	09.63	54.15
		143	635	796	492	10.36	46.39
		90	750	780	660	11.60	76
		141	425	732	284	09.88	63.50
		152	457	836	305	09.18	56.65
		71	449	790	378	08.39	62
		90	470	1060	380	07.92	63
		103	530	795	427	10.59	64
1:13 pm	Transclear	163	509	1011	346	04	56.21
		94	422	493	328	10.81	54.54
		95	433	778	338	09.57	57.87
		74	504	983	430	07.20	113
		83	451	775	368	08.66	54.55
		107	440	857	333	06.81	51.05
		85	457	782	372	07.72	57.67
		90	429	820	339	07.19	63.25
1:46 pm	Sun sensor	71	490	850	419	05.63	38.92
		83	467	814	384	05.81	35.48
		79	467	850	388	05.82	34.55
		108	887	1300	779	05.62	38.02
		78	346	715	268	05.95	43.81
		87	430	728	343	06.61	39.00
		117	389	589	272	05.17	43.16
		123	500	560	377	05.95	52.37

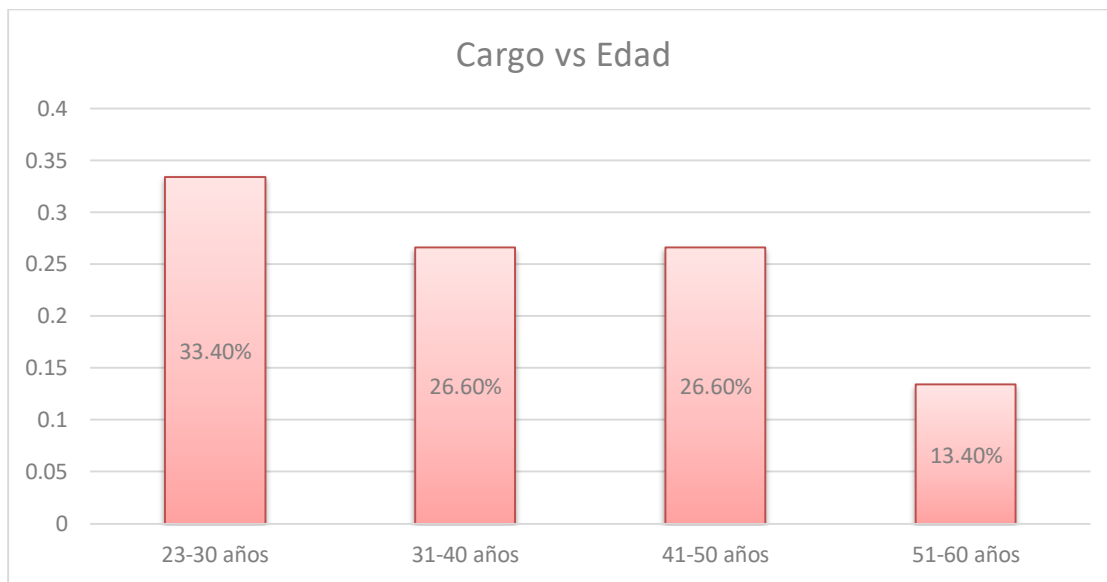
**Tabla 1.**

*Relación entre el Cargo y la Edad de los trabajadores (optometrista asistencial, laboratoristas y atención al cliente) del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*

<u>Cargo Vs Edad</u>					
<u>Cargo</u>	<u>23-30 años</u>	<u>31-40 años</u>	<u>41-50 años</u>	<u>51-60 años</u>	<u>Total</u>
Optometrista asistencial	10	8	8	4	30
	33.4%	26.6%	26.6%	13.4%	100.0%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Grafico 1.** *Relación entre el Cargo y la Edad de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*



**Tabla 2.**

*Relación entre el Cargo y el sexo de los optometristas asistenciales del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*

---

*Cargo vs Sexo*

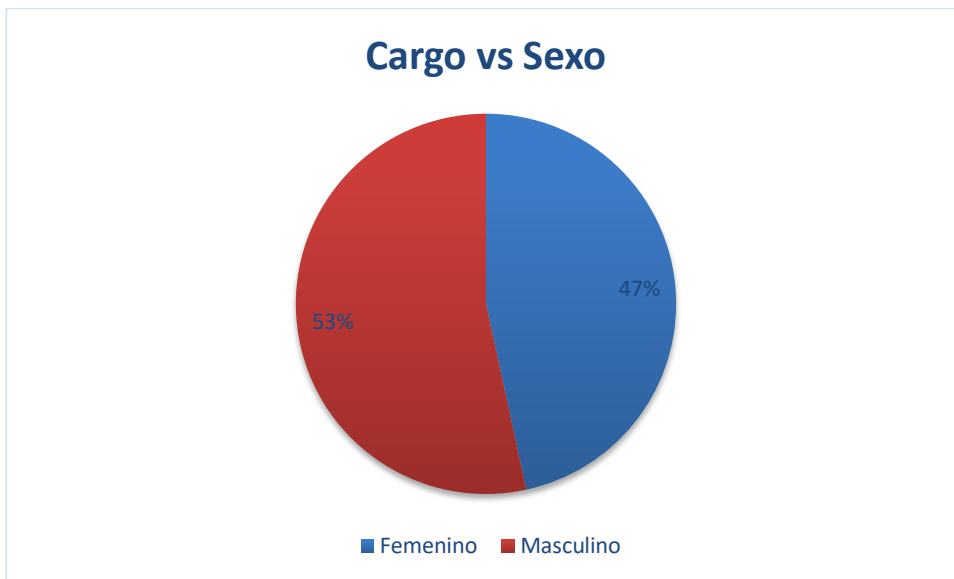
---

<u>Cargo</u>	<u>Femenino</u>	<u>Masculino</u>	<u>Total</u>
Optometrista asistencial	14	16	30
	46.6%	53.4%	100%

---

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 2.** *Relación entre el Cargo y el sexo de los del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*



**Tabla 3.**

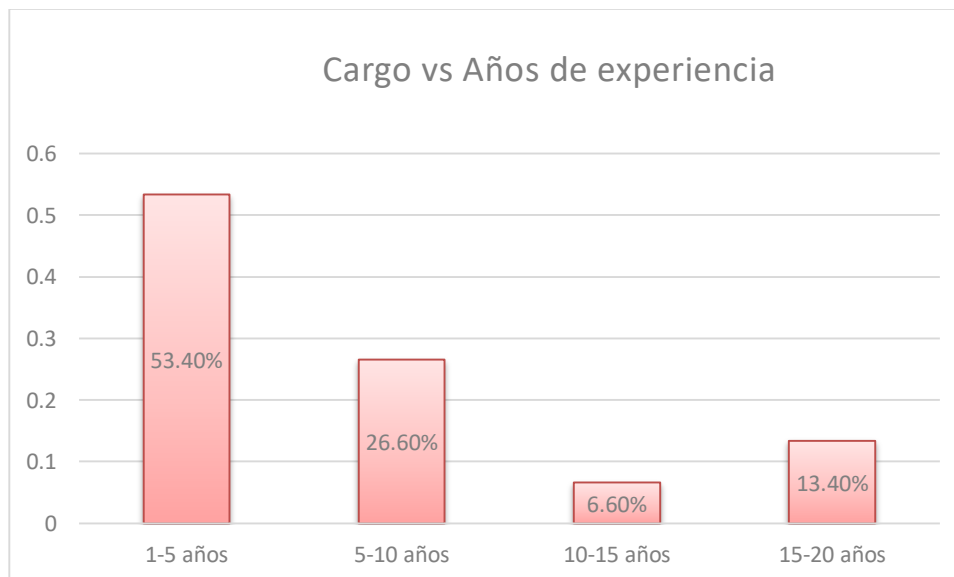
*Relación entre el Cargo y los años de experiencia de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*

*Cargo Vs Año de experiencia*

<u>Cargo</u>	<u>1-5 años</u>	<u>5-10 años</u>	<u>10-15 años</u>	<u>15-20 años</u>	<u>Total</u>
Optometrista asistencial	16	8	2	4	30
	53.4%	26.6%	6.6%	13.4%	100.0%
Total	16	8	2	4	30
	53.4%	26.6%	6.6%	13.4%	100.0%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 3.** *Relación entre el Cargo y los años de experiencia de los trabajadores (optometrista asistencial, laboratoristas y atención al cliente) del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*



**Tabla 4.**

*Relación entre el Cargo y el grado académico de los optometristas asistenciales del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*

---

*Cargo vs Grado académico*

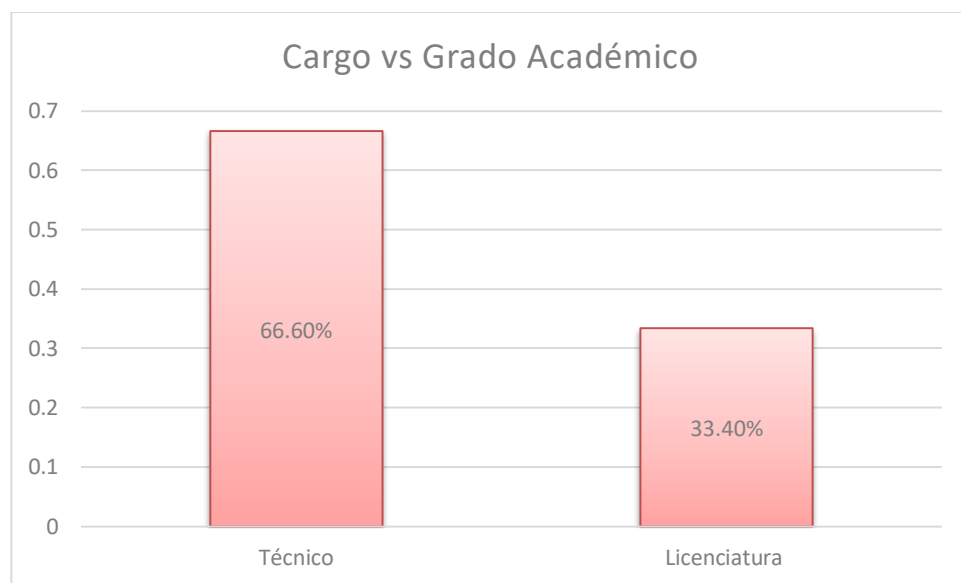
---

<u>Cargo</u>	<u>Técnico</u>	<u>Licenciatura</u>	<u>Total</u>
Optometrista asistencial	20	10	30
	66.6%	33.4%	100%

---

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 4.** *Relación entre el Cargo y el grado académico de los optometristas asistenciales del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*





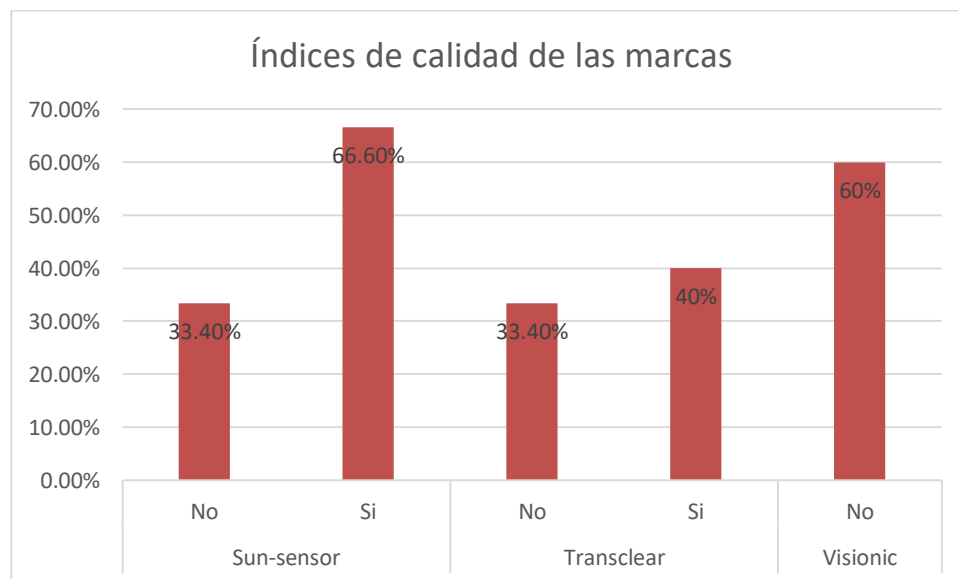
**Tabla 5.**

*Conocimientos sobre los índices de calidad de las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según el Cargo de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*

<u>Cargo</u>	<u>Sun-sensor</u>		<u>Transclear</u>		<u>Visionic</u>	
	<u>Si</u>	<u>No</u>	<u>Si</u>	<u>No</u>	<u>Si</u>	<u>No</u>
	Optometrista asistencial	66.6%	33.4%	66.6%	33.4%	40%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 5.** *Conocimientos sobre los índices de calidad de las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según el Cargo de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*



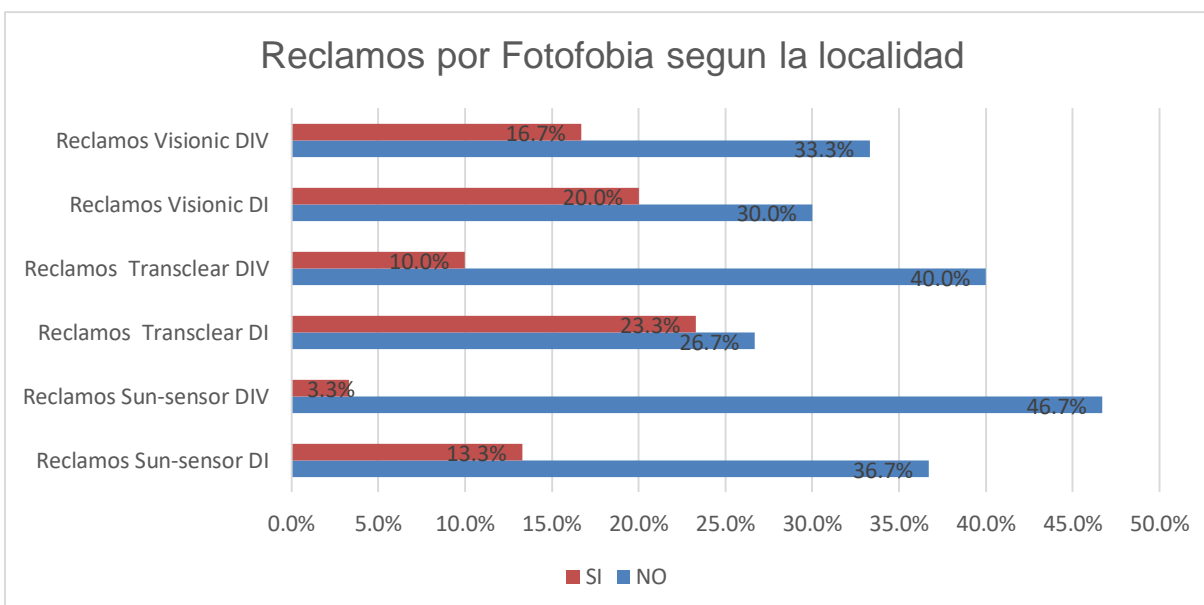
**Tabla 6.**

*Reclamos por Fotofobia en las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019.*

<i>Reclamos por Fotofobia según Localización Geográfica</i>		
<u>Marca y Distrito</u>	<u>Si</u>	<u>No</u>
Reclamos Sun-sensor DI	13.3%	36.7%
Reclamos Sun-sensor DIV	3.3%	46.7%
Reclamos Transclear DI	23.3%	26.7%
Reclamos Transclear DIV	10%	40%
Reclamos Visionic DI	20%	30%
Reclamos Visionic DIV	16.7%	33.3%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 6.** *Reclamos por Fotofobia en las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019.*



**Tabla 7.**

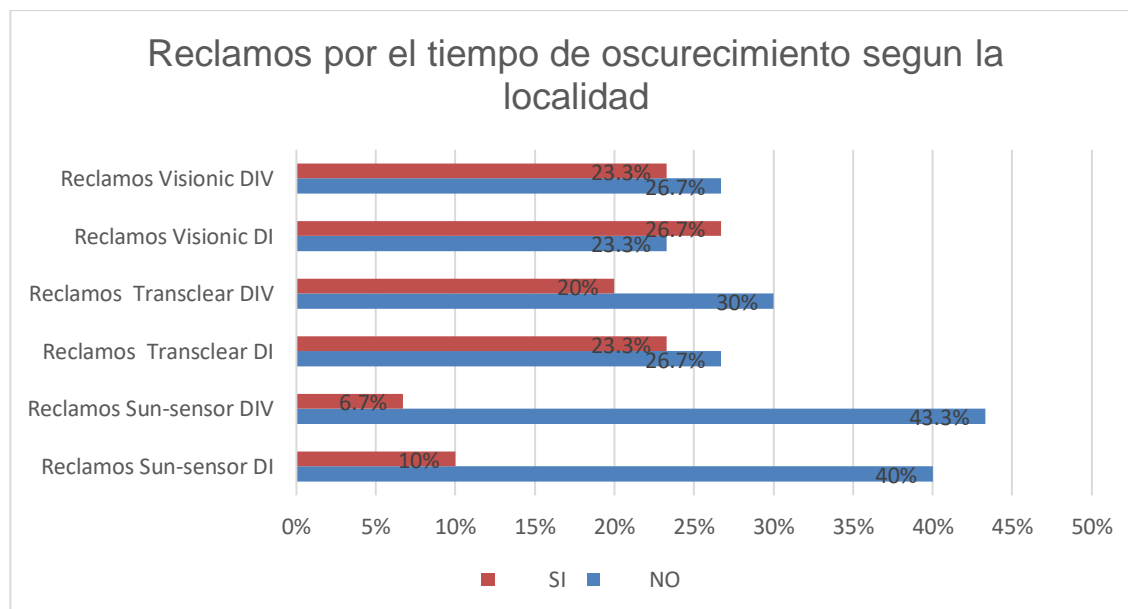
*Reclamos en referencia al tiempo de oscurecimiento en las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019.*

*Reclamos por Tiempo de Oscurecimiento según Localización Geográfica*

<u>Marca y Distrito</u>	<u>Si</u>	<u>No</u>
Reclamos Sun-sensor DI	10%	40%
Reclamos Sun-sensor DIV	6.7%	43.3%
Reclamos Transclear DI	23.3%	26.7%
Reclamos Transclear DIV	20%	30%
Reclamos Visionic DI	26.7%	23.3%
Reclamos Visionic DIV	23.3%	26.7%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 7.** *Reclamos en referencia al tiempo de oscurecimiento Sun-sensor y la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019.*



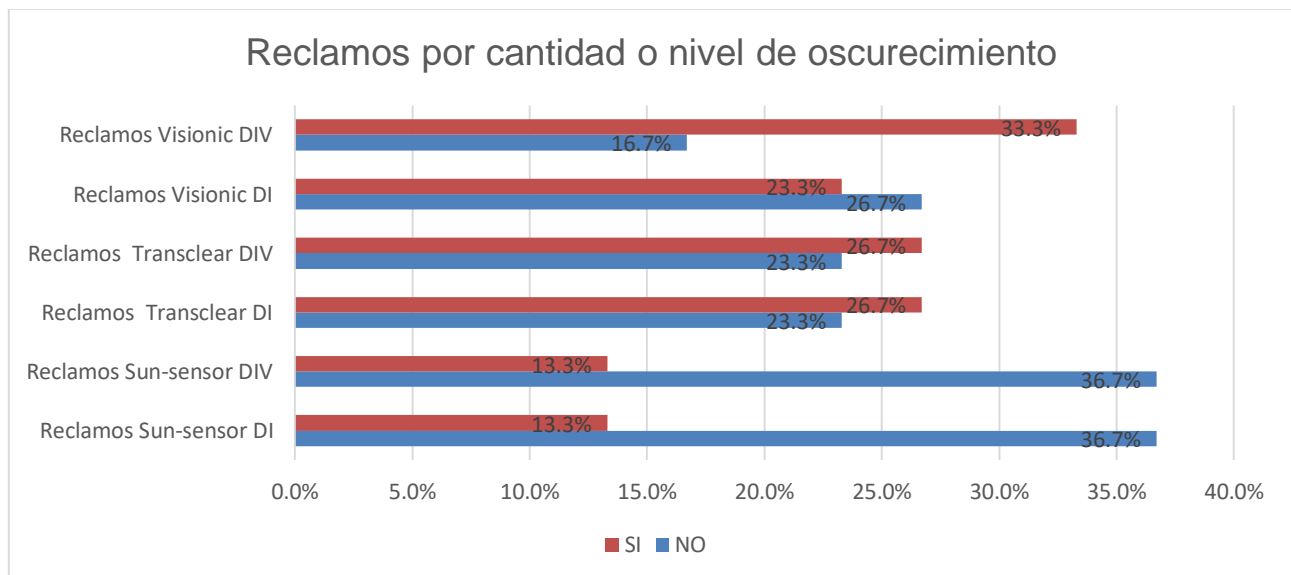
**Tabla 8.**

*Reclamos en referencia a cantidad o nivel de oscurecimiento en las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019.*

<i>Reclamos por Cantidad o Nivel de Oscurecimiento según Localización Geográfica</i>		
<u>Marca y Distrito</u>	<u>Si</u>	<u>No</u>
Reclamos Sun-sensor DI	13.3%	36.7%
Reclamos Sun-sensor DIV	13.3%	36.7%
Reclamos Transclear DI	26.7%	23.3%
Reclamos Transclear DIV	26.7%	23.3%
Reclamos Visionic DI	23.3%	26.7%
Reclamos Visionic DIV	33.3%	16.7%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 8.** *Reclamos en referencia a cantidad o nivel de oscurecimiento en las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019.*



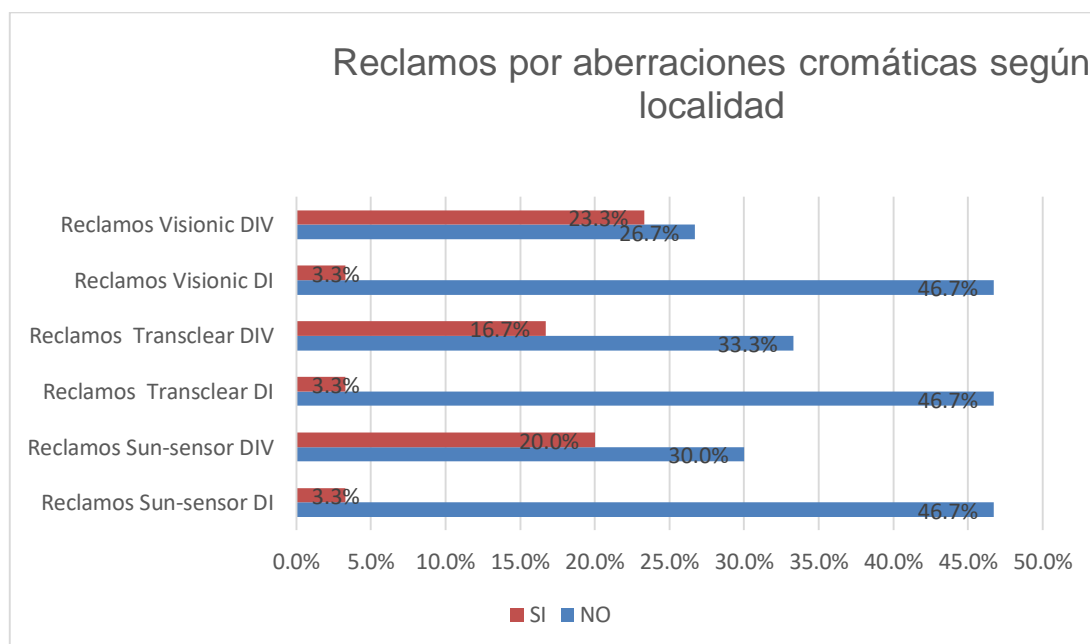
**Tabla 9.**

*Reclamos en referencia a reclamos por aberraciones cromáticas (alos) en las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*

<i>Reclamos por Aberraciones Cromáticas según Localización Geográfica</i>		
<u>Marca y Distrito</u>	<u>Si</u>	<u>No</u>
Reclamos Sun-sensor DI	3.3%	46.7%
Reclamos Sun-sensor DIV	20%	30%
Reclamos Transclear DI	3.3%	46.7%
Reclamos Transclear DIV	16.7%	33.3%
Reclamos Visionic DI	3.3%	46.7%
Reclamos Visionic DIV	23.3%	26.7%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 9.** *Reclamos en referencia a aberraciones cromáticas (alos) oscurecimiento en las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*



**Tabla 10.**

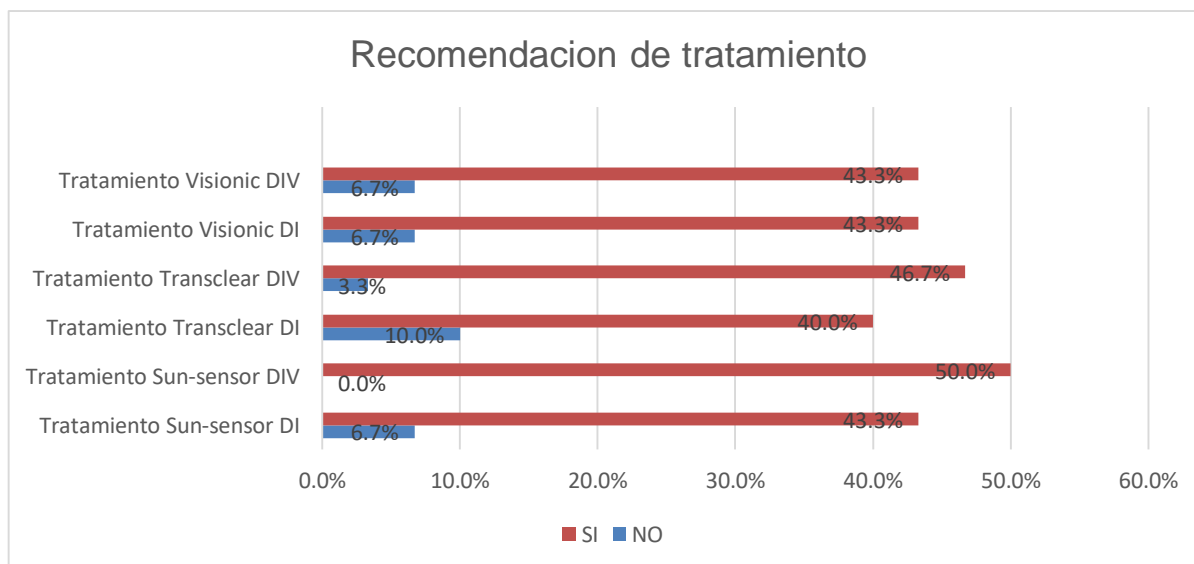
*Referencia en recomendar las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*

*Recomendar Tratamiento según Localización Geográfica*

<u>Marca y Distrito</u>	<u>Si</u>	<u>No</u>
Sun-sensor DI	43.3%	6.7%
Sun-sensor DIV	50%	0%
Transclear DI	40%	10%
Transclear DIV	46.7%	3.3%
Visionic DI	43.3%	6.7%
Visionic DIV	43.3%	6.7%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 10.** *Referencia en recomendar las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*



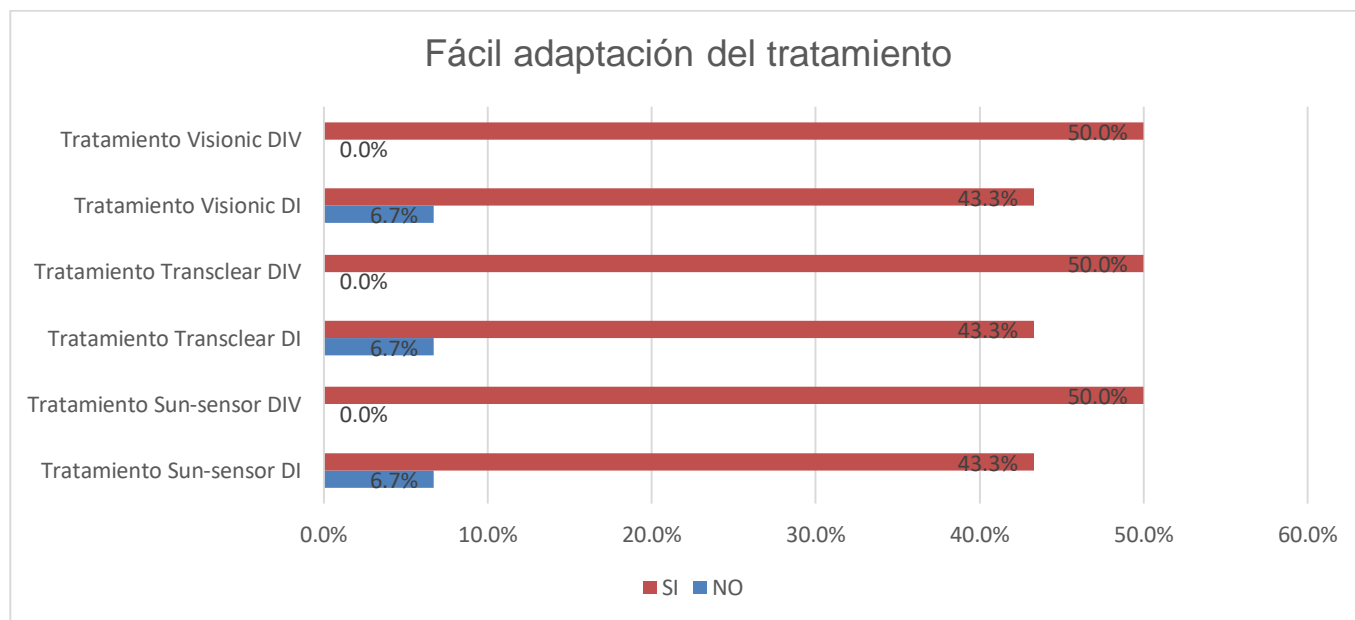
**Tabla 11.**

*Fácil adaptación en las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*

Fácil Adaptación del Tratamiento según Localización Geográfica		
Marca y Distrito	Si	No
Sun-sensor DI	43.3%	6.7%
Sun-sensor DIV	50%	0%
Transclear DI	43.3%	6.7%
Transclear DIV	50%	0%
Visionic DI	43.3%	6.7%
Visionic DIV	50%	0%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 11.** *Fácil adaptación las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*



**Tabla 12.**

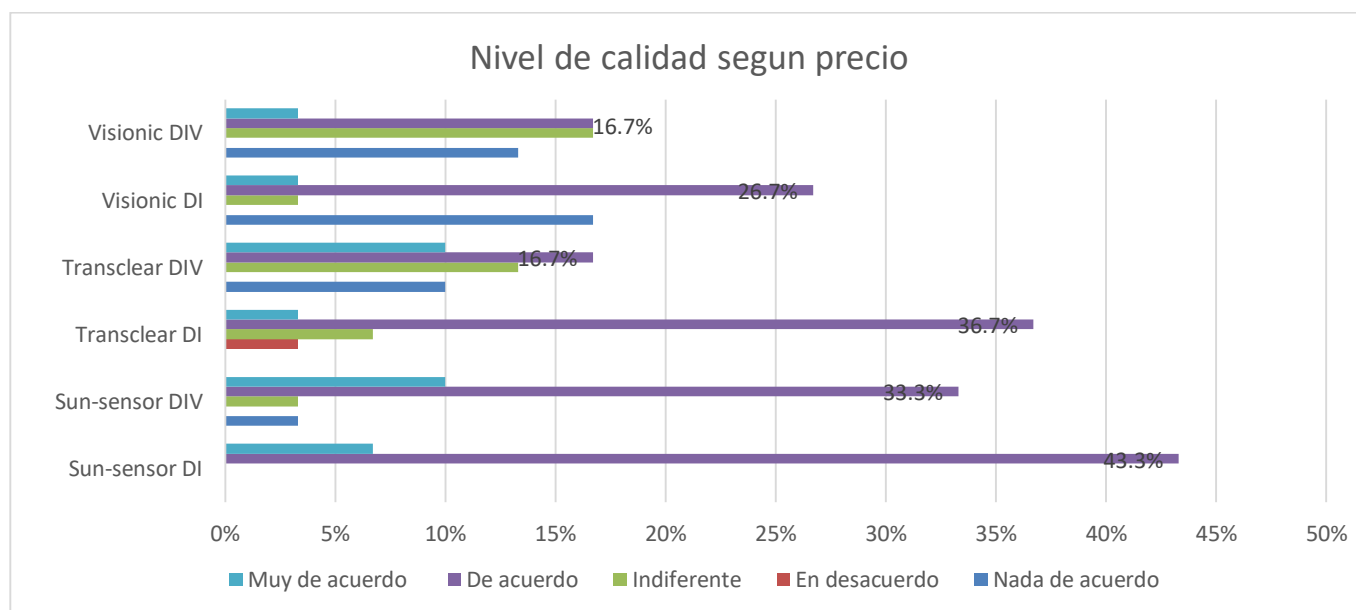
*Precio de venta corresponde al nivel de calidad de las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*

*Precio de Venta corresponde a la Calidad según Localización Geográfica*

<u>Marca y Distrito</u>	<u>Nada de acuerdo</u>	<u>En desacuerdo</u>	<u>Indiferente</u>	<u>De acuerdo</u>	<u>Muy de acuerdo</u>
Sun-sensor DI	0%	0%	0%	43.3%	6.7%
Sun-sensor DIV	3.3%	0%	3.3%	33.3%	10.0%
Transclear DI	0%	3.3%	6.7%	36.7%	3.3%
Transclear DIV	10.0%	0.0%	13.3%	16.7%	10.0%
Visionic DI	16.7%	0.0%	3.3%	26.7%	3.3%
Visionic DIV	13.3%	0.0%	16.7%	16.7%	3.3%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 12.** *Precio de venta corresponde al nivel de calidad de las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*





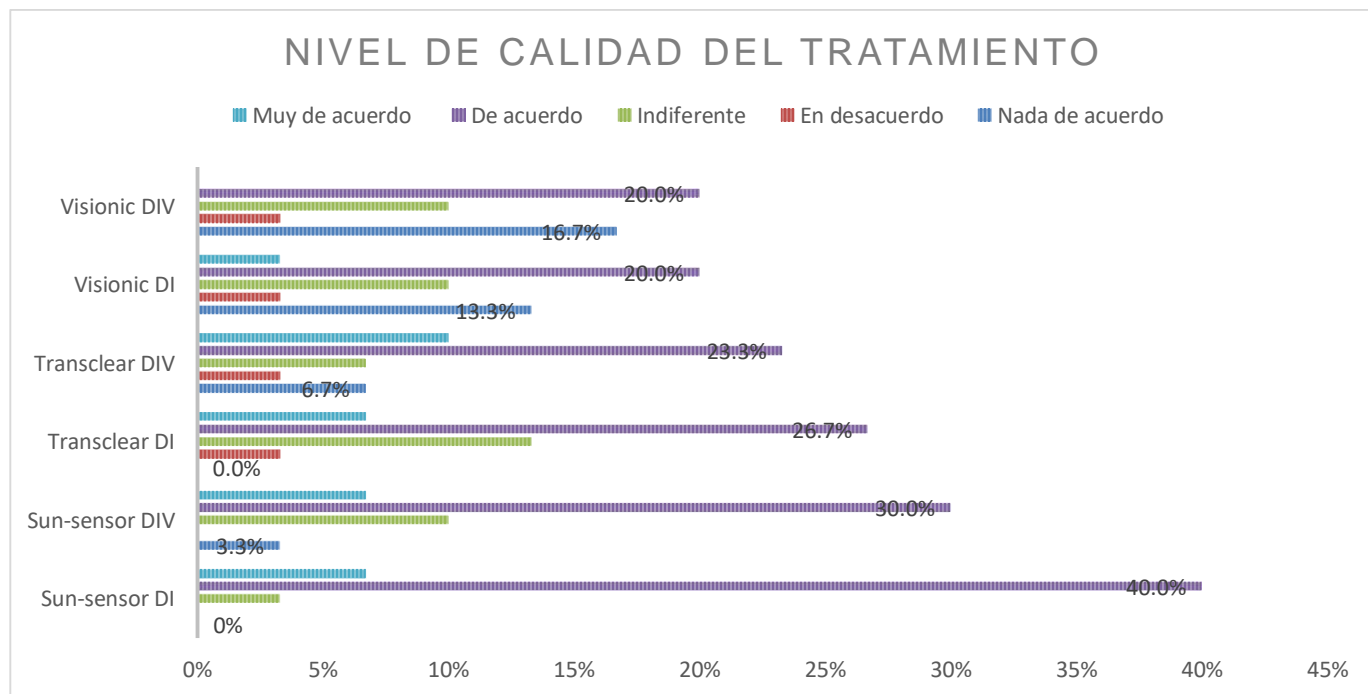
**Tabla 13.**

*Nivel de calidad de las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*

<i>Nivel de Calidad según Localización Geográfica</i>					
<u>Marca y Distrito</u>	<u>Nada de acuerdo</u>	<u>En desacuerdo</u>	<u>Indiferente</u>	<u>De acuerdo</u>	<u>Muy de acuerdo</u>
Sun-sensor DI	0%	0%	3.3%	40%	6.7%
Sun-sensor DIV	3.3%	0%	10%	30%	6.7%
Transclear DI	0%	3.3%	13.3%	26.7%	6.7%
Transclear DIV	6.7%	3.3%	6.7%	23.3%	10%
Visionic DI	13.3%	3.3%	10%	20%	3.3%
Visionic DIV	16.7%	3.3%	10%	20%	0%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 13.** *Nivel de calidad de las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*



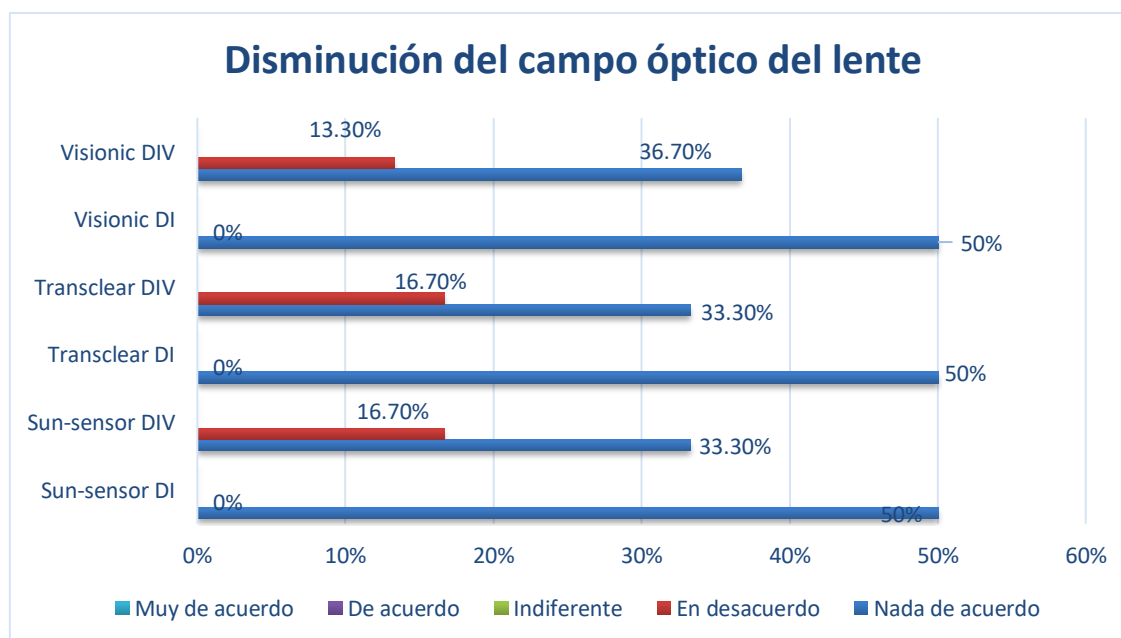
**Tabla 14.**

*Disminución del campo óptico del lente por las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*

<i>Disminución del Campo Óptico del lente según Localización Geográfica</i>					
<u>Marca y Distrito</u>	<u>Nada de acuerdo</u>	<u>En desacuerdo</u>	<u>Indiferente</u>	<u>De acuerdo</u>	<u>Muy de acuerdo</u>
Sun-sensor DI	50%	0%	0%	0%	0%
Sun-sensor DIV	33.3%	16.7%	0%	0%	0%
Transclear DI	50%	0%	0%	0%	0%
Transclear DIV	33.3%	16.7%	0%	0%	0%
Visionic DI	50%	0%	0%	0%	0%
Visionic DIV	36.7%	13.3%	0%	0%	0%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico14.** *Disminución del campo óptico del lente por las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*



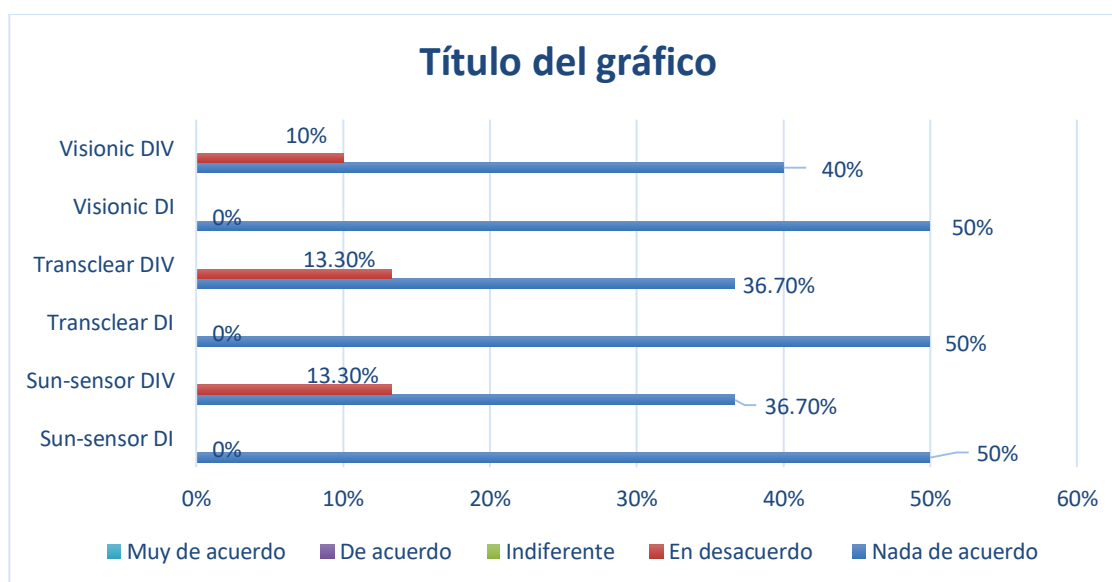
**Tabla 15.**

*Disminución de la calidad óptica del campo central del lente por las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*

<i>Disminución de la Calidad Óptica del Campo Central del Lente según Localización Geográfica</i>					
<u>Marca y Distrito</u>	<u>Nada de acuerdo</u>	<u>En desacuerdo</u>	<u>Indiferente</u>	<u>De acuerdo</u>	<u>Muy de acuerdo</u>
Sun-sensor DI	50%	0%	0%	0%	0%
Sun-sensor DIV	36.7%	13.3%	0%	0%	0%
Transclear DI	50%	0%	0%	0%	0%
Transclear DIV	36.7%	13.3%	0%	0%	0%
Visionic DI	50%	0%	0%	0%	0%
Visionic DIV	40%	10%	0%	0%	0%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 15.** *Disminución de la calidad óptica del campo central del lente por las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*



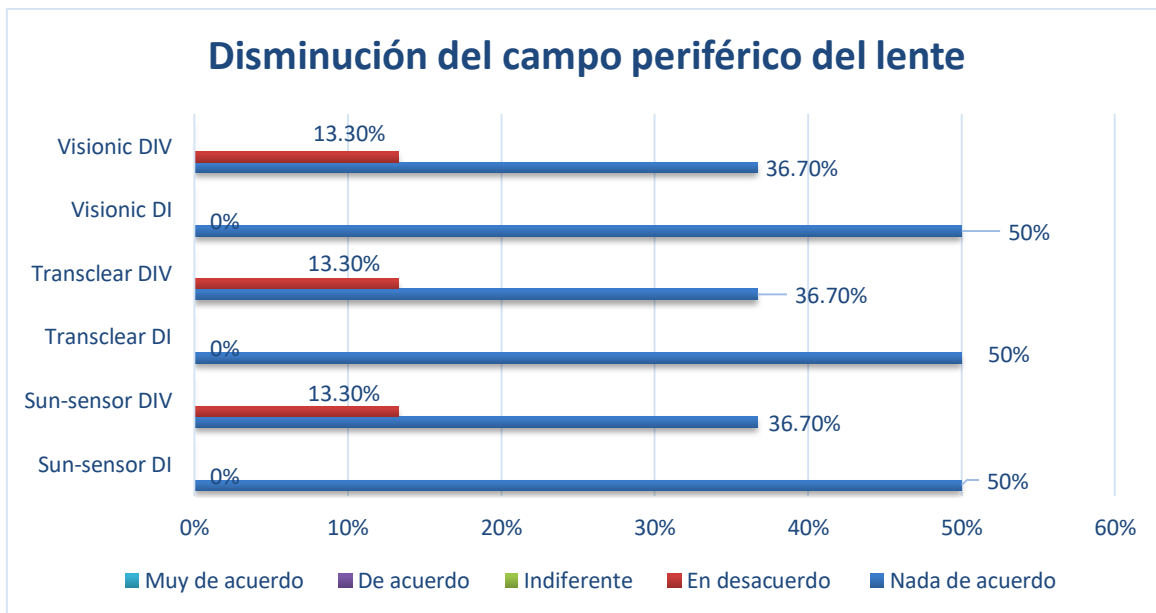
**Tabla 16.**

*Disminución de la calidad óptica del campo periférico del lente por las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*

<i>Disminución de la Calidad Óptica del Campo Periférico del Lente según Localización Geográfica</i>					
<u>Marca y Distrito</u>	<u>Nada de acuerdo</u>	<u>En desacuerdo</u>	<u>Indiferente</u>	<u>De acuerdo</u>	<u>Muy de acuerdo</u>
Sun-sensor DI	50%	0%	0%	0%	0%
Sun-sensor DIV	36.7%	13.3%	0%	0%	0%
Transclear DI	50%	0%	0%	0%	0%
Transclear DIV	36.7%	13.3%	0%	0%	0%
Visionic DI	50%	0%	0%	0%	0%
Visionic DIV	36.7%	13.3%	0%	0%	0%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 16.** *Disminución de la calidad óptica del campo periférico del lente por las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*



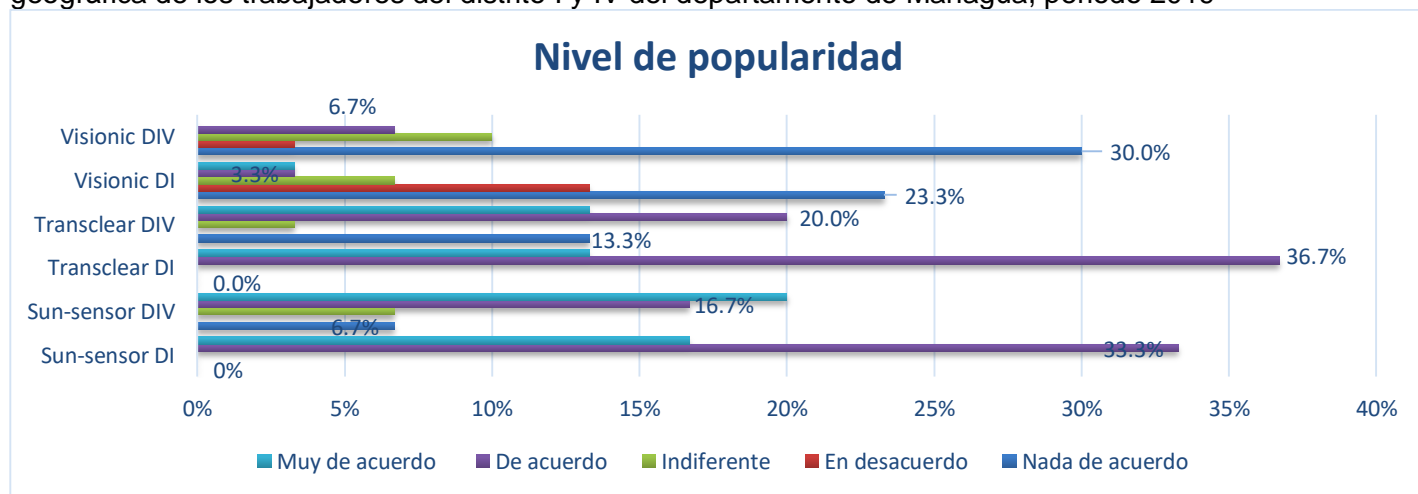
**Tabla 17.**

*Nivel de popularidad de las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019*

<i>Nivel de Popularidad de los Tratamientos según Localización Geográfica</i>					
<u>Marca y Distrito</u>	<u>Nada de acuerdo</u>	<u>En desacuerdo</u>	<u>Indiferente</u>	<u>De acuerdo</u>	<u>Muy de acuerdo</u>
Sun-sensor DI	0%	0%	0%	33.3%	16.7%
Sun-sensor DIV	6.7%	0.0%	6.7%	16.7%	20.0%
Transclear DI	0.0%	0.0%	0.0%	36.7%	13.3%
Transclear DIV	13.3%	0.0%	3.3%	20.0%	13.3%
Visionic DI	23.3%	13.3%	6.7%	3.3%	3.3%
Visionic DIV	30.0%	3.3%	10.0%	6.7%	0.0%

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico17.** Nivel de popularidad de las marcas Sun-sensor, Transclear y Visionic según la localización geográfica de los trabajadores del distrito I y IV del departamento de Managua, periodo 2019



**Tabla 18.**

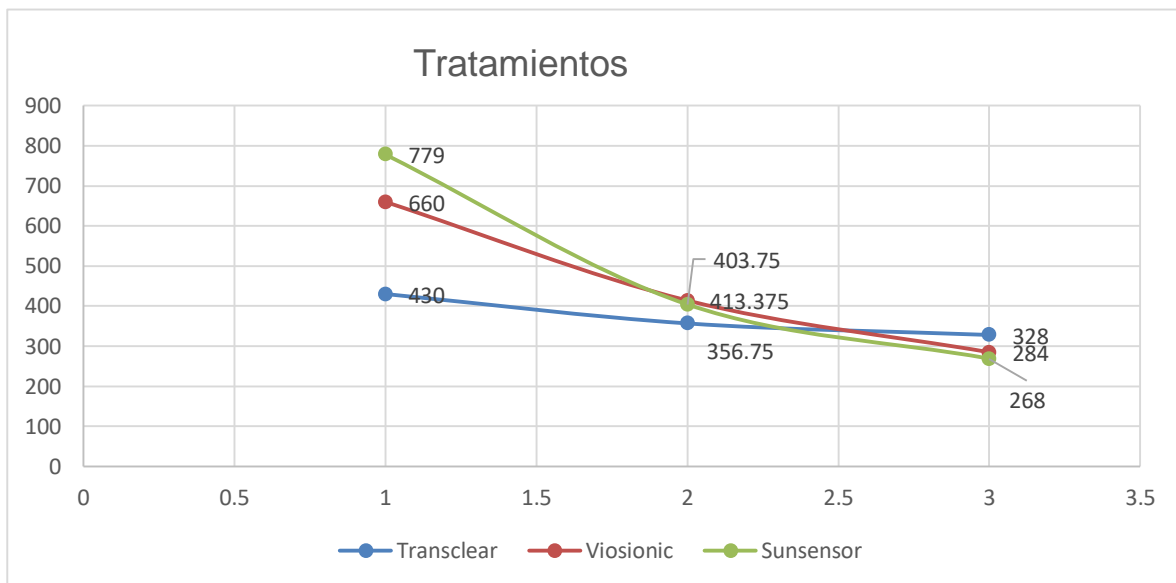
*Diferencia en lux de la luz UV vs luz ambiente en cada tratamiento fotocromático*

*Tratamientos Fotocromáticos*

<u>Marca</u>	<u>Máximo</u>	<u>Media</u>	<u>Mínimo</u>
Transclear	430	356.75	328
Visionic	660	413.375	284
Sun-sensor	779	403.75	268

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 18.** *Diferencia en lux de la luz UV vs luz ambiente en cada tratamiento fotocromático*



**Tabla 19.**

*Luz que atraviesa filtro ultravioleta más tratamiento fotocromático*

---

*Filtro UV mas Tratamientos Fotocromáticos*

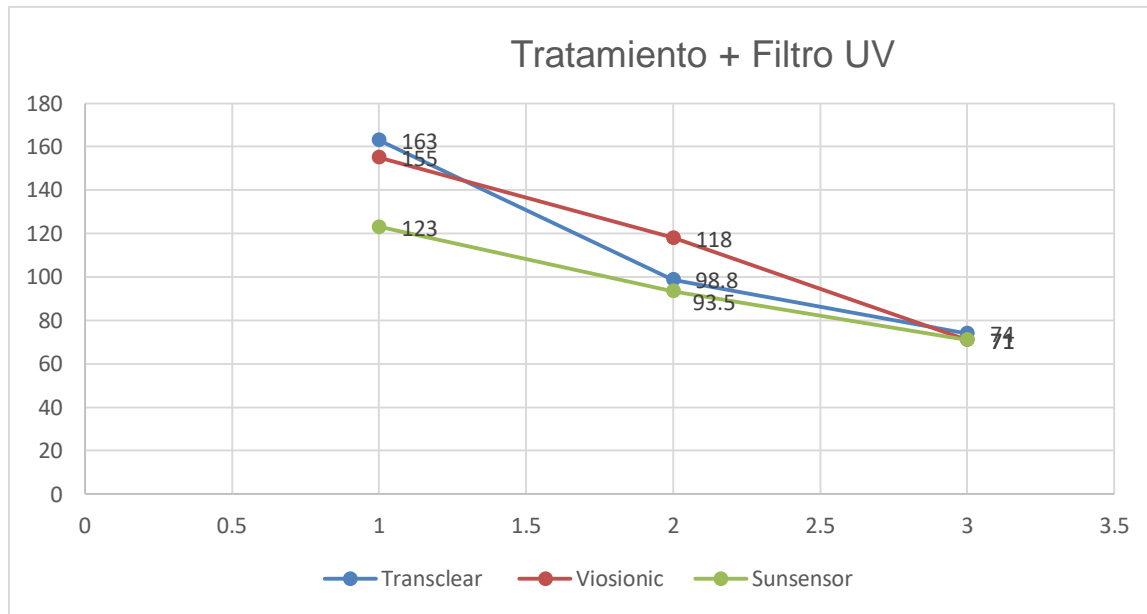
---

<u>Marca</u>	<u>Máximo</u>	<u>Media</u>	<u>Mínimo</u>
Transclear	163	98.8	74
Visionic	155	118	71
Sun-sensor	123	93.5	71

---

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico19.** *Filtro ultravioleta más tratamiento fotocromático*



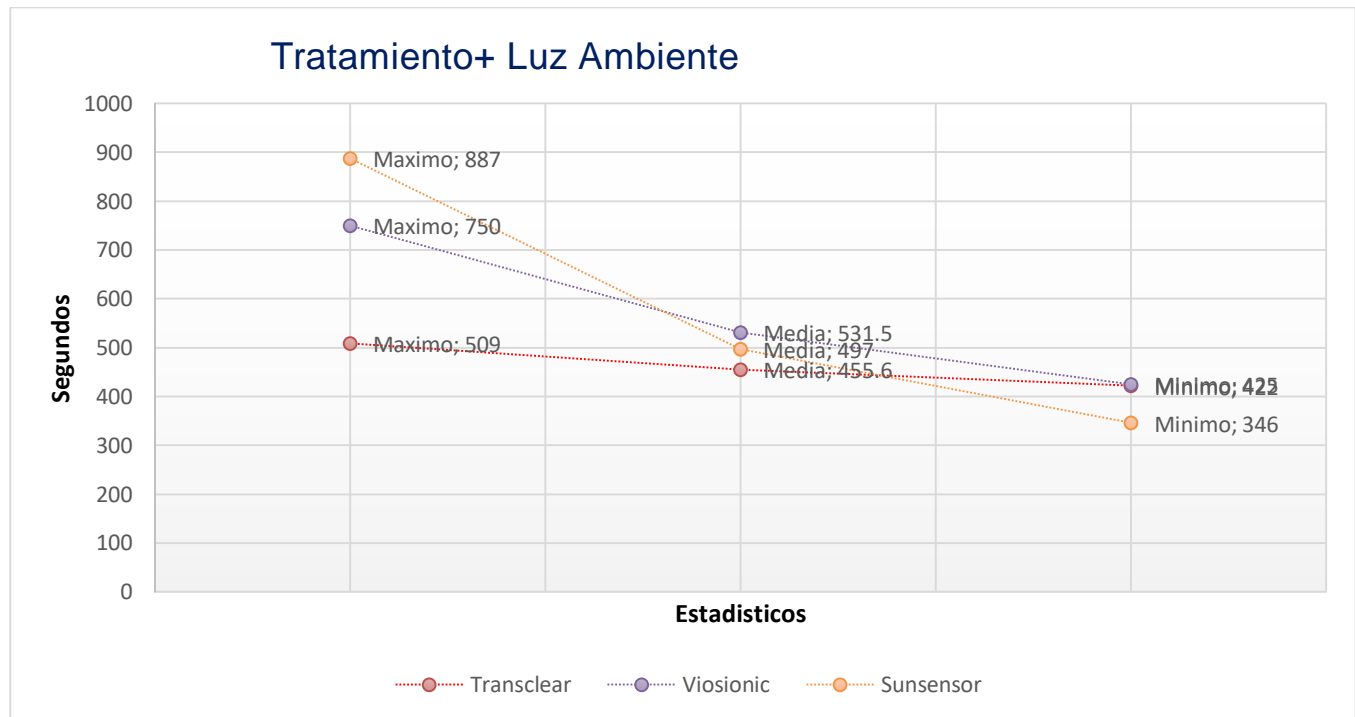
**Tabla 20.**

*Promedio de cantidad de lux que atraviesa el Tratamiento en luz Ambiente.*

<i>Tratamiento Fotocromático mas Luz Ambiente</i>			
<u>Marca</u>	<u>Máximo</u>	<u>Media</u>	<u>Mínimo</u>
Transclear	509	455.6	422
Visionic	750	531.5	425
Sun-sensor	887	497	346

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 20.** *Promedio de cantidad de lux que atraviesa el Tratamiento en luz Ambiente.*





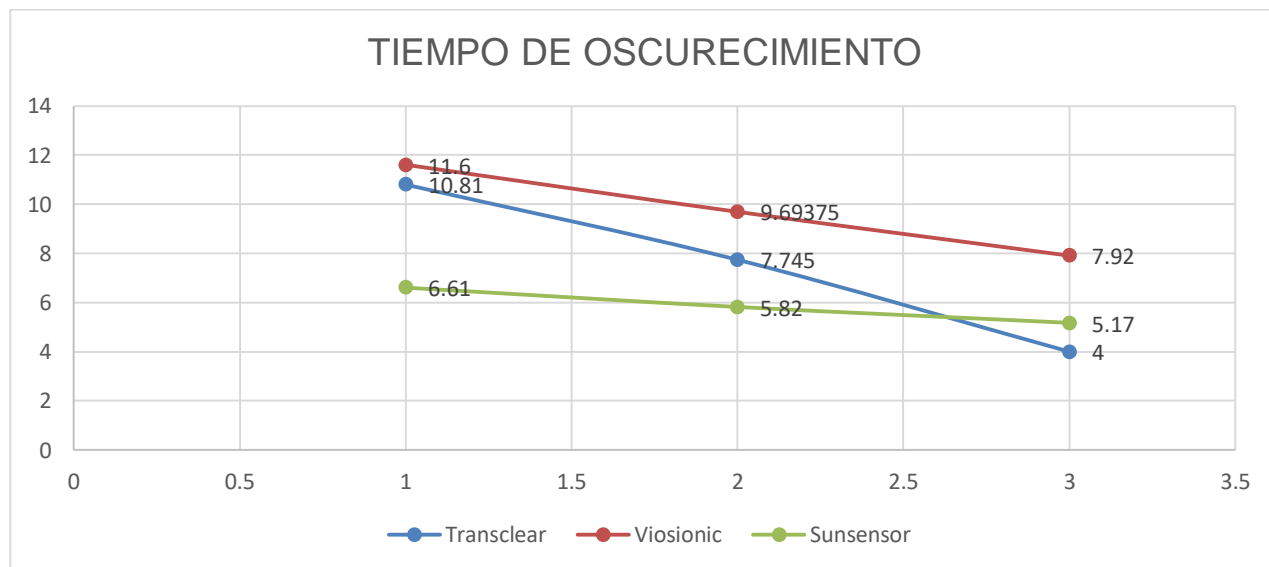
**Tabla 21.**

*Promedio del tiempo de oscurecimiento de cada marca de tratamiento.*

<i>Tiempo de Oscurecimiento</i>			
<u>Marca</u>	<u>Máximo</u>	<u>Media</u>	<u>Mínimo</u>
Transclear	10.81	7.745	4
Viosionic	11.6	9.693	7.92
Sun-sensor	6.61	5.82	5.17

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 21.** *Promedio del tiempo de oscurecimiento de cada marca de tratamiento.*



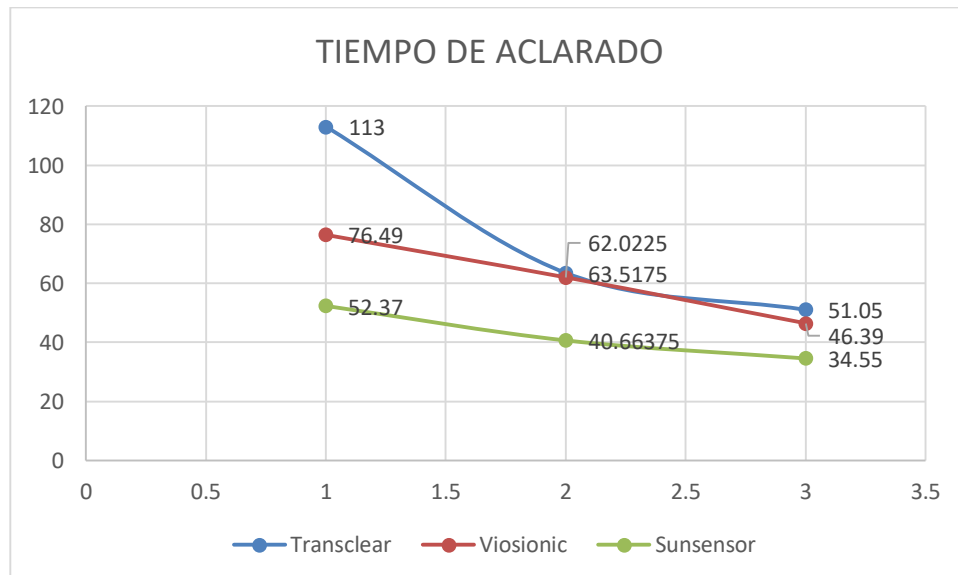
**Tabla 22.**

*Promedio del tiempo de aclarado de cada marca de tratamiento.*

<i>Tiempo de Aclarado</i>			
<u>Marca</u>	<u>Máximo</u>	<u>Media</u>	<u>Mínimo</u>
Transclear	113	63.517	51.05
Visionic	76.49	62.022	46.39
Sun-sensor	52.37	40.663	34.55

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico 22.** *Promedio del tiempo de aclarado de cada marca de tratamiento.*



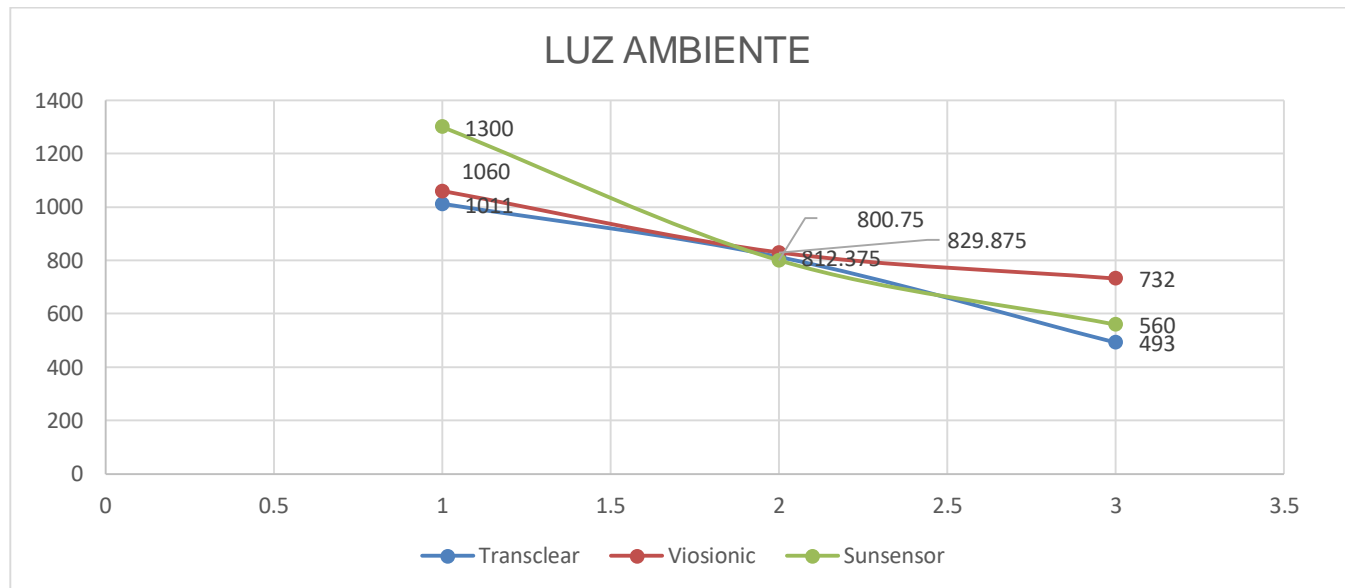
**Tabla 23.**

*Promedio de lux de la cantidad luz ambiente que atraviesa el luxómetro*

<i>Luz Ambiente</i>			
<u>Marca</u>	<u>Máximo</u>	<u>Media</u>	<u>Mínimo</u>
Transclear	1011	812.375	493
Visionic	1060	829.875	732
Sun-sensor	1300	800.75	560

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21.

**Gráfico23.** *Promedio de lux de la cantidad luz ambiente que atraviesa el luxómetro*



## Anexo 5

<i>Pruebas de normalidad</i>				
	<u>Marca de Fotocromático</u>	<u>Shapiro-Wilk</u>		
		Estadístico	gl	Sig.
Tratamiento + Filtro UV	Sunsensor	.879	8	.186
	Transclear	.751	8	.008
	Visionic	.873	8	.159
Tratamiento + Luz Ambiente	Sunsensor	.728	8	.005
	Transclear	.804	8	.032
	Visionic	.880	8	.188
Tratamiento	Sunsensor	.721	8	.004
	Transclear	.844	8	.083
	Visionic	.865	8	.135
Tiempo de oscurecimiento en segundos	Sunsensor	.732	8	.005
	Transclear	.951	8	.720
	Visionic	.931	8	.521
Tiempo de aclarado en segundos	Sunsensor	.884	8	.208
	Transclear	.577	8	.000
	Visionic	.971	8	.904

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

## Anexo 6

---

### *Resumen de prueba de hipótesis*

---

<u>Hipótesis nula</u>	<u>Test</u>	<u>Sig.</u>	<u>Decisión</u>
La distribución de Tratamiento + Filtro UV es la misma entre las categorías de Marca de Fotocromático.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.278	Retener la hipótesis nula.
La distribución de Tratamiento + Luz Ambiente es la misma entre las categorías de Marca de Fotocromático.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.418	Retener la hipótesis nula.
La distribución de Tratamiento es la misma entre las categorías de Marca de Fotocromático.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.272	Retener la hipótesis nula.
La distribución de Tiempo de oscurecimiento en segundos es la misma entre las categorías de Marca de Fotocromático.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.001	Rechazar la hipótesis nula.
La distribución de Tiempo de aclarado en segundos es la misma entre las categorías de Marca de Fotocromático.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0.001	Rechazar la hipótesis nula.

---

**Nota:** Fuente propia, base de datos procesada en SPSS 21. Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.

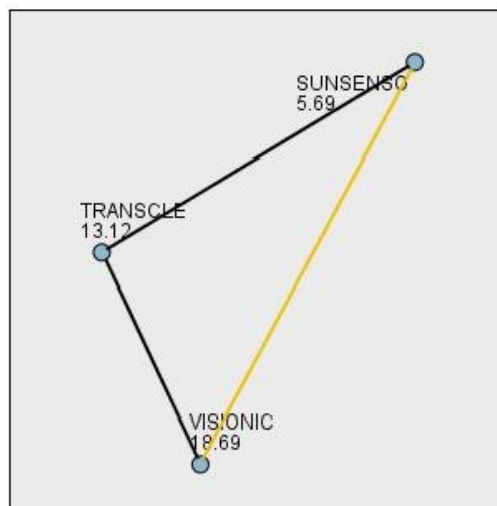
## Anexo 7

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Tiempo de oscurecimiento en segundos es la misma entre las categorías de Marca de Fotocromático .	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	.001	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Tiempo de aclarado en segundos es la misma entre las categorías de Marca de Fotocromático .	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	.001	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.

### Comparaciones por parejas de Marca de Fotocromático



Cada nodo muestra el rango de media de muestras de Marca de Fotocromático .

Muestra1-Muestra2	Prueba estadística	Error típico	Desv. Prueba estadística	Sig.	Sig. ady.
SUNSENSO-TRANSCLE	-7.438	3.488	-2.132	.033	.099
SUNSENSO-VISIONIC	-13.000	3.488	-3.727	.000	.001
TRANSCLE-VISIONIC	-5.562	3.488	-1.595	.111	.332

## Anexo 8

### Cronograma de Actividades

Actividades	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Elección del tema									
Selección de objetivos.									
Elaboración de antecedentes y búsqueda bibliográfica									
Justificación y planteamiento del problema									
Marco teórico y operacionalización de variables									
Diseño metodológico									
Elaboración de instrumentos									

Compra de materiales									
Aplicación de tratamientos a materiales									
Realización de pruebas de calidad a cada tratamiento									
Encuestas y entrevistas a ópticas									
Análisis estadístico									
Análisis de resultados									
Conclusiones									
Recomendaciones									



## Presupuesto

Rubro	Cantidad	Precio unitario	Total
Impresión para consentimiento informado (participante)	30	C\$2	C\$60
Impresión de adelanto monográfico	2	C\$40	C\$80
Impresión de encuestas	30	C\$3	C\$90
Impresión de entrevista	30	C\$2	C\$60
Lapiceros	2	C\$5	C\$10
Transporte los días de recolección de datos	15	C\$2.50	C\$37.50
Compra de lentes fotocromáticos	24	C\$170.75	C\$4,098
Filtro UV	1	Prestado por departamento de física (UNAN-Managua)	—
Luxómetro	1	Prestado por departamento de física (UNAN-Managua)	—
Baterías para luxómetro	2	C\$80	C\$160
Lupa	1	C\$70	C\$70
Marcadores	2	C\$15	C\$30

Hojas	5	C\$5	C\$25
Total			C\$4,720.5