



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES IZTACALA**

**Como afecta la presencia de  
estrógenos la percepción al  
color en las mujeres.**

**TESIS**

Que para obtener el título de  
**Licenciado en Optometría**

**P R E S E N T A**

Lizbeth Alejandra Espino Alvarado

**DIRECTORA DE TESIS**

Dra. Myrna Miriam Valera Mota



**Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, 2019.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## INDICE

Introducción.	3
Glosario.	4
Objetivos.	6
Objetivo general.	6
Objetivos particulares	6
Trascendencia.	6
Hipótesis.	6
El problema	7
Antecedentes.	8
Capítulo 1. La percepción al color.	11
Percepción visual.	11
Retina.	12
Visión al color.	16
Pruebas para evaluar la visión al color.	20
Capítulo 2. Concentraciones de estrógenos y el ciclo menstrual.	22
Ciclo menstrual.	24
Concentraciones de estrógenos.	25
Metodología.	28
Fase I.	28
Fase II.	28
Fase III.	28
Fase IV.	29
Fase V.	29
Fase VI.	31
Recursos humanos.	32
Recursos materiales.	32
Criterios de selección.	32
Resultados.	33
Discusión.	44
Conclusión.	47
Referencias.	50
Apéndice.	54
Anexos.	55

## **Introducción.**

El presente estudio tiene como objetivo comparar la visión al color en el nivel hormonal más alto con respecto al más bajo del ciclo menstrual de las mujeres fértiles sanas que asisten a consulta en la clínica de optometría de la FES Iztacala, mediante la medición de la longitud de onda con un software creado ad hoc; identificando cuanto se recorre en nanómetros la longitud de onda de cada color del espectro visible.

Las mediciones de longitud de onda se realizaron en los días que indica la teoría con respecto a la mayor y menor concentración hormonal.

La tesis se encuentra organizada con dos capítulos teóricos uno corresponde a la percepción a color y el otro a concentraciones de estrógenos y el ciclo menstrual.

La cohorte evaluada corresponde a 24 pacientes.

## **Glosario**

**Bastón:** Célula fotorreceptora, presente en la retina, responsable de la visión en bajas cantidades de luz.

**Célula Amácrina:** Célula neuronal axónica, transmite señales, de las bipolares a las ganglionares, ubicada en la capa nuclear interna de la Retina.

**Célula Bipolar:** Transmite señales desde los fotorreceptores y las células horizontales a la capa plexiforme interna donde establece sinapsis con las ganglionares.

**Célula Ganglionar:** Transmiten señales de salida desde la retina por el nervio óptico, sus axones llegan al cuerpo geniculado lateral.

**Célula Horizontal:** Son células moduladoras de la información, establecen sinapsis con las células bipolares y los fotorreceptores.

**Cono:** Célula fotorreceptora, presente en la retina, responsable de la visión en altas cantidades de luz y la visión al color

**Cromático:** Referente a los colores.

**Deuteranomalia:** Dificultad para ver el color verde.

**Deuteranopia:** Ceguera al color verde.

**Dicrómata:** Solo tiene dos de los tres tipos de conos.

**Discromatopsias:** Alteración en la visión cromática, que dificulta percibir los colores de la manera correcta.

**Epitelio:** Tejido constituido por células íntimamente unidas, planas o prismáticas, que recubre la superficie externa del cuerpo y de ciertos órganos interiores.

**Estrógeno:** Hormona sexual que interviene en la aparición de los caracteres sexuales secundarios femeninos.

**Fotorreceptores:** Neuronas sensibles a la luz, localizadas en la retina.

**Fóvea:** Punto en la retina con mayor cantidad de conos y por lo tanto en punto con mejor visión.

**Longitud De Onda:** En la visión al color, es el método científico para la medición de la luz.

**Nanómetro:** Medida de longitud que equivale a la milmillonésima parte del metro.

**Oclusor:** Instrumento utilizado para tapar la visión de un ojo.

**Protanomalia:** Dificultad para ver el color rojo.

**Protanopia:** Ceguera al color rojo.

**Sinápsis:** Región de comunicación entre la neurita o prolongación citoplasmática de una neurona y las dendritas o el cuerpo de otra.

**Tricómata:** Persona que distingue todos los colores.

**Tritanomalia:** Dificultad para ver el color azul-amarillo.

**Tritanopia:** Ceguera al color azul-amarillo.

## **Objetivos.**

### **Objetivo General.**

Comparar la visión al color en la concentración de estrógenos más alta y más baja del ciclo menstrual de las mujeres fértiles sanas que acuden a la clínica de optometría.

### **Objetivos Particulares.**

- Diseñar y aplicar un instrumento para conocer el periodo menstrual y por consiguiente el nivel de estrógenos, más alto y más bajo, así como el estilo de vida de las mujeres de la carrera de optometría de la FES Iztacala y las mujeres que acuden a consulta a la clínica de optometría.
- Aplicar D-15, D-15 desaturado y el software a las mujeres que fueron seleccionadas, en los 2 momentos (el más alto y más bajo del nivel de estrógenos).
- Analizar las diferencias o cambios de las longitudes de onda en las 2 etapas del ciclo en las que fueron aplicadas las pruebas.

### **Trascendencia**

El presente estudio proporcionará al optometrista datos importantes con respecto a la percepción del color en la mujer; dependiendo de su estado hormonal, para así demostrar que el color es afectado dependiendo de la concentración de estrógenos en el humano.

### **Hipótesis.**

Si existe cambio en la concentración de estrógenos en las mujeres, entonces habrá modificación en la visión al color en las diferentes etapas de ciclo menstrual.

## **EL PROBLEMA.**

¿Las concentraciones de estrógenos pueden modificar la percepción al color en las mujeres fértiles?

Existen estudios que plantean que el cambio en la percepción al color es a causa de los cambios hormonales, sin embargo, se han hecho comparaciones de hombres y mujeres, de diferentes edades, donde no se relacionan las edades de las mujeres con el niveles hormonales, ni tampoco se toma en cuenta si existe mayor o menor concentración de estrógenos; aunado a lo anterior, las pruebas que utilizaron son cualitativas con colores que la persona puede identificar como más claros o más oscuros, pero no medibles.

En el presente estudio se pretende saber si existen cambios en la percepción al color durante los cambios hormonales de las mujeres, en específico en el ciclo menstrual, ya que la literatura indica que pueden existir variaciones dependiendo del estado hormonal de la persona y que la retina contiene receptores de este tipo.

El ciclo menstrual regular consiste en 28 días, teniendo como primer día del ciclo el sangrado, en éste ciclo hay diversos cambios hormonales en los que varía la cantidad de estrógenos y como segundo día la mitad del ciclo; por lo que se evaluará la percepción al color en dos diferentes momentos, uno cuando hay una concentración alta de estrógenos y la otra cuando es baja.

Con el paso de los años se han realizado diferentes estudios con distintos tipos de problemáticas referentes a la salud, la salud visual y la visión al color, pero pocos de ellos se han realizado en México y en mujeres, siendo éstas una gran fuente de estudio, ya que cada mes atraviesan por diferentes cambios hormonales debido a la menstruación y estos a su vez se van modificando dependiendo de la edad, en este caso hablando particularmente de una hormona como son los estrógenos, se encuentran pocos estudios al respecto y los encontrados no son relacionados con su efecto en la visión al color.

Hablando de los efectos que se pueden causar en la visión al color, se encontraron diversos factores que la alteran como son las enfermedades de tipo sistémico o



autoinmune, el consumo de bebidas alcohólicas, ingerir algún tipo de droga o fumar tabaco, o utilizar algún tipo de anticonceptivo hormonal. Todo lo anterior se considera parte de los criterios de exclusión utilizados en el presente trabajo para que los resultados no se vean alterados.

Las palabras clave utilizadas para la búsqueda de antecedentes fueron las siguientes: visión al color, la retina y sus receptores, los estrógenos y la menstruación.

### **Antecedentes**

A continuación se presentan antecedentes relacionados a estudios hormonales que no necesariamente influyen en la visión al color, sin embargo, influyen en problemas de visión y patologías oculares. Esto es debido a que son escasos los trabajos que relacionan los estrógenos con el color.

Arenas en el año 2009 realizó un estudio sobre diferencias entre hombres y mujeres, para el departamento de la universidad de Valencia, indica que es erróneo pensar que los estudios hechos en hombres pueden servir para diagnosticar a mujeres, ya que las mujeres durante la vida atraviesan por distintos cambios hormonales que alteran las diferentes estructuras del cuerpo <sup>(1)</sup> entre ellas los ojos y por lo tanto la percepción visual, refiere que es importante realizar estudios en mujeres en distintas etapas de vida y distintos eventos hormonales para así estandarizar pruebas y dar el diagnóstico correcto.

Baltazar en 1992 investigó algunos factores que afectan especialmente a mujeres, estos son, el uso de métodos anticonceptivos, en un estudio realizado en el área metropolitana de la ciudad de México sobre la práctica anticonceptiva en adolescentes y jóvenes, se midió la cantidad de jóvenes que usan algún tipo de método anticonceptivo y cuál es el más común, dando como resultado total en hombres que 7.5% consume anticonceptivos hormonales orales, 14.8 % inyectable, 19.5 % DIU, 12.4% condón, 6.9 % óvulos, 10.7% ritmo, 18.2% OTB, 1.7 % vasectomía, 8.3 % otros y en mujeres; 25.5 % consume anticonceptivos hormonales orales, 1.6 % inyectable, 39.0 % DIU, 1.4 % condón, 2.3 % óvulos, 17.6

% ritmo, 9.7 % OTB, 2.9 % vasectomía. Como puede verse en los resultados los métodos anticonceptivos hormonales son los más utilizados por los jóvenes, los hombres conocen más los anticonceptivos inyectables, el condón y los métodos de barrera, mientras que las mujeres conocen más las patillas y el DIU. <sup>(2)</sup>

Correa dio a conocer en un estudio realizado en Bogotá Colombia entre el 10 y 16 de Octubre de 2005 que la percepción al color puede ser afectada por un sinnúmero de factores, entre ellos se encuentra la edad y el sexo, y un factor que influye notoriamente es el cambio hormonal, debido a la presencia de receptores de estrógenos en la retina. Se registraron datos de 561 personas, 298 mujeres y 272 hombres de los cuales 198 presentaban algún defecto visual; en los resultados encontraron que la edad es el factor por el cual no podían realizar un análisis, por lo que se organizaron las edades en intervalos, siendo en los intervalos 9-13 y 14-18, donde obtuvieron diferencias significativas entre hombres y mujeres en la precepción del color. El mismo autor propone realizar experimento con tres colores, azul, verde y rojo-magenta, para determinar la longitud de onda que cambia según el sexo y la edad, tomando en cuenta el ciclo menstrual y los niveles de estrógeno para determinar su influencia en la actividad receptora de la retina y en la precepción del color. <sup>(3)</sup>

Gómez en 2009 en la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá Colombia realizó un estudio de la respuesta inmune frente a antígenos de retina en pacientes con retinitis pigmentosa y síndrome de Usher, en el resultado final se encontraron reacciones frente a algunos antígenos y diferencias en la especificidad de la respuesta de linfocitos T en función de la patología. Se estudiaron a 21 pacientes con retinitis pigmentosa y 10 con síndrome de Usher, con un rango de edad de 13 a 56 años de los cuales fueron 10 hombres y 11 mujeres, también se estudiaron 20 controles sanos. Se tuvo acceso al estudio de 18 retinas humanas y 4 de bovinos sin patologías oculares, se encontró que el tercer péptido utilizado como control de especificidad en la respuesta inmune *in vitro*, fue derivado de la siguiente secuencia de un receptor de estrógenos: KSIQGHNDYMCPATNQCTIDK NRRKSCQACRLRKCYEVGM. <sup>(4)</sup>

Dichos métodos alteran el ciclo menstrual debido a que estos fármacos están principalmente compuestos por estrógeno y progesterona y estos a su vez alteran la visión ya que el ojo tiene receptores de estrógenos, prostaglandina y progesterona en retina, conjuntiva, humor acuoso, cornea y úvea. <sup>(5)</sup> Un estudio descriptivo longitudinal y prospectivo realizado en Santiago de Cuba con 375 mujeres de 15 a 49 años, identificó los efectos secundarios más frecuentes equiparados por el uso de anticonceptivos hormonales dentro de los cuales sobresalen los problemas gastrointestinales y ganancia de peso, uno de los problemas también mencionados es la visión borrosa. <sup>(6)</sup>

Dentro de las concentraciones de hormonas que se alteran durante el ciclo menstrual uno de los importantes a nivel ocular son los estrógenos ya que se tienen receptores de estos en la retina, en 2004 la unidad clínica de oncología en España publicó un caso clínico en el que se mencionan los receptores de estrógenos intensamente positivos. <sup>(7)</sup>

En 2010 Matzumura publicó un trabajo donde explica que durante el embarazo las mujeres sufren de diversos cambios hormonales que afectan la visión y distintas estructuras del ojo como, conjuntiva, úvea, cornea, retina y la presión intraocular. <sup>(8)</sup>

Vargas en 2008 publicó en la revista Teoría y praxis investigativa, la sensibilidad y disfunciones visuales adquiridas por neurointoxicación, que se relacionan con el género, edad y consumo de nicotina, dejando en claro que a mayor consumo de nicotina las alteraciones en la visión cromática serán mayores, el consumo estandarizado fue de un cigarro al día. <sup>(9)</sup> El consumo de ciertas sustancias en tiempos específicos alteran la percepción visual por lo tanto la percepción al color. <sup>(10)</sup>

La presencia de enfermedades sistémicas y autoinmunes en sus distintas etapas causan alteraciones en los ojos y por lo tanto en la visión, lo cual hace que la percepción al color se vea alterada proporcionalmente al grado de lesiones en las diferentes estructuras del globo ocular. <sup>(11)</sup>

## **CAPITULO 1. La percepción al color.**

### **Percepción visual.**

En las teorías de la percepción visual se encuentran dentro de las más antiguas, podrían considerarse las primeras descritas en el Occidente latino las fuentes escritas en árabe, las cuales mostraron tres determinantes: La primera de ellas, médica, concernía a los estudios anatómicos y fisiológicos. La segunda, filosófica, se dedicó por su parte a cuestiones de índole epistemológica y psicológica, pertenecientes a la 'ciencia natural'. Y, por último, matemática consagró sus esfuerzos al estudio geométrico del espacio. <sup>(12)</sup>

También la evolución de las teorías de la visión, exploradas por Boring, 1942, muestran el considerable esfuerzo que supuso la comprensión del funcionamiento del ojo y el desarrollo de la teoría moderna de la visión, basada en el concepto de la imagen retiniana. <sup>(13)</sup>

Así mismo los pensadores de la Antigüedad como Aristóteles propusieron diferentes explicaciones de la visión, proponían que el objeto emitía alguna «efluencia» que alcanzaba al ojo, produciendo así la visión (teorías de la intramisión), o era el ojo el que enviaba algún tipo de «fuerza visual» que capturaba las propiedades del objeto al entrar en contacto con él (teorías de la extramisión). Los atomistas atribuían la vista a la recepción en el ojo de una fina película de átomos (simulacrum) que salía de la superficie de los objetos visibles y se desplazaba en todas direcciones. Para Aristóteles, sin embargo, el contacto no era material, sino cualitativo. <sup>(13)</sup>

Por otra parte Platón encuentra una combinación que se produce entre la «corriente visual», dependiente del fuego que está dentro del ojo, y la luz ambiental. Es esta combinación que forma el instrumento visual es la que permite percibir el objeto. Se entendía como el resultado de la presencia de un fuego dentro del ojo. <sup>(13)(14)</sup>

Para Euclides la idea del cono visual aportaba principalmente un modelo geométrico y matemático. <sup>(13)</sup> Kepler desarrolla, a partir del modelo de la cámara oscura, la idea moderna de la imagen retiniana, dándole, en cierto sentido, la vuelta a la teoría de la extramisión, que la visión ocurre porque cada punto de cada objeto del ambiente

emite rayos de luz en línea recta y en todas direcciones, de modo que aquéllos que alcanzan el ojo son los responsables de que ocurra la visión. Kepler explica cómo los objetos del mundo pueden formar una imagen sobre la superficie de la retina que sea una «copia» o réplica de los mismos. El hecho de que esta imagen esté invertida, no se explica, entre otras razones porque el interés de Kepler no está tanto en explicar cómo ocurre la visión sino en cómo se transmiten los rayos de luz dentro del ojo. De este modo la antigua teoría de la intramisión se transforma en la moderna teoría de la imagen retiniana. <sup>(13)</sup>

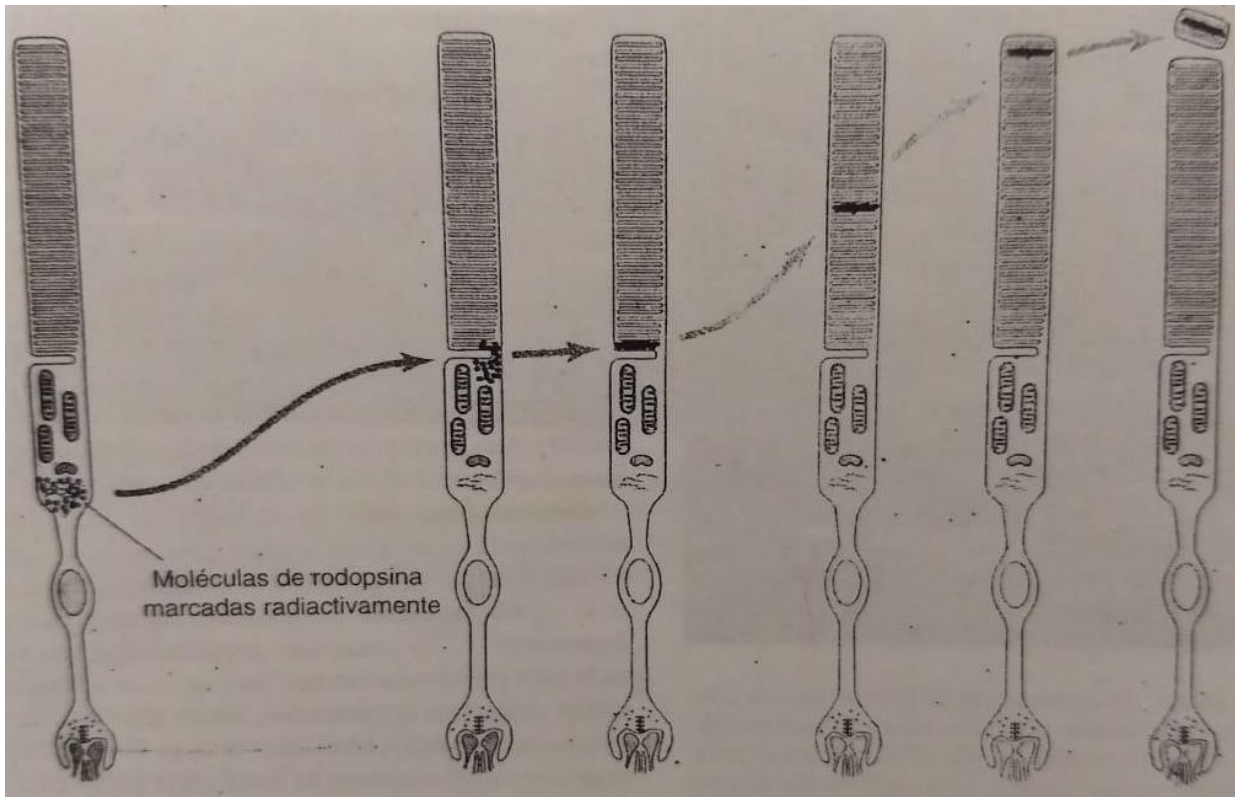
### **Retina.**

La retina es la entrada del 80% de las actividades sensoriales ya que está directamente conectada con fibras nerviosas y éstas a su vez con el cerebro. <sup>(14)</sup>

Cuenta con 6 tipos de células neuronales formadas por; fotorreceptores, células horizontales, células bipolares, células amacrinas, células interplexiformes y células ganglionares. <sup>(15)</sup> Todas ellas organizadas en la estructura y separadas por diferentes capas, la retina consta de 10 capas en total:

#### 1. Capa del epitelio pigmentado.

Las células del epitelio pigmentario de la retina tienen función fagocítica, ingiriendo continuamente las membranas o discos de los fotorreceptores. Los bastones desprenden los discos al amanecer y los conos al atardecer por lo cual se piensa que el epitelio fagocita miles de millones de segmentos externos. <sup>(14)</sup>



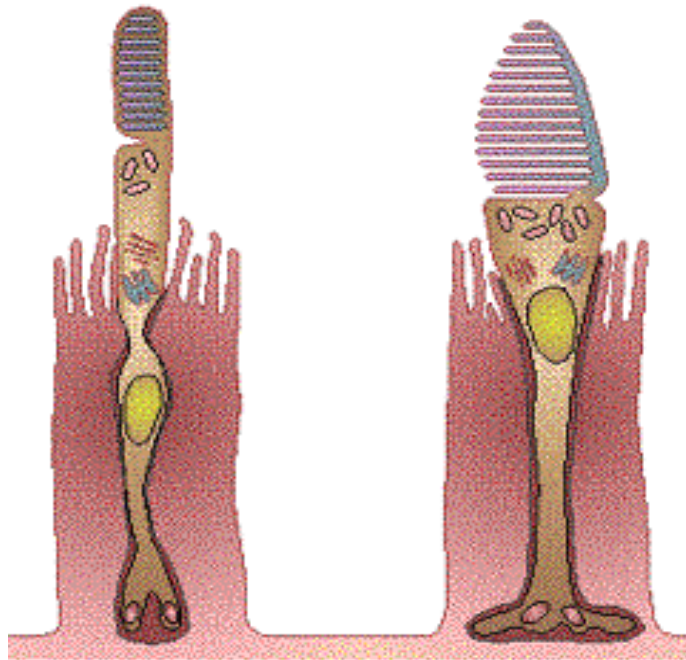
**Figura 1** Representación de la renovación de los bastones. Un experimento realizado en 1998 por Rodieck RW, donde se marcaron radiactivamente bastones y se ve como el epitelio los va fagocitando. (Tomado de Rajesh K, Berndt E. Desarrollo y estructura de la retina. Adler fisiología del ojo: aplicación clínica / ed. lit. Paul L. Kaufman, Albert Alm. - 10ª ed. Madrid: Elsevier, 2004.)

## 2. Capa de fotorreceptores.

Los fotorreceptores están divididos en dos tipos de células los conos y los bastones encargadas del proceso llamado fototransducción. <sup>(16)</sup> Los conos son las células que funcionan en la visión al color ya que hay tres tipos de conos con un pigmento visual diferente cada uno por lo cual son sensibles a una parte distinta del espectro, proporcionan una visión cromática. Por otro lado los bastones contienen más pigmento visual y eso les permite captar más luz, sin embargo, contienen un solo tipo de pigmento visual, por lo tanto, responden igual a distintas longitudes de onda, proporcionan una visión acromática. <sup>(17)</sup>

Su distribución en la retina es la siguiente: en la fovea hay una disposición apretada de conos, la fovea central no tiene bastones contiene sólo conos, éstos disminuyen rápidamente al alejarse del centro, la periferia casi no contiene conos. Los bastones tienen su máxima densidad en la zona que está a 20° de la fijación, la densidad de los bastones también disminuye hacia la periferia.

Los fotorreceptores conos tienen una sinapsis uno-uno con un tipo de célula bipolar conocida como bipolar enana; por el contrario más de un bastón y a veces 100 bastones convergen en cada una de las células bipolares, las células bipolares establecen sinapsis con las células ganglionares, las células ganglionares con las células bipolares y amacrinas y generan potenciales de acción que son conducidos al núcleo geniculado. (14)



**Figura 2** Representación del cono y bastón con sus moléculas de pigmento visual. (Tomada de blue cone monochromacy 19-06-2019)

3. Membrana limitante externa.

Es la unión de las células gliales de Müller, los conos y los bastones. <sup>(17)</sup>

4. Capa nuclear externa.

Son los cuerpos celulares, los núcleos de conos y bastones.

5. Capa plexiforme externa.

Es la sinapsis de las células bipolares y horizontales. <sup>(18)</sup>

6. Capa nuclear interna.

Contienen el cuerpo de cuatro tipos de células: horizontales, bipolares, amacrinas y de Müller. <sup>(15)</sup>

7. Capa plexiforme interna.

Es la sinapsis de las células bipolares, amacrinas y ganglionares. <sup>(15)</sup>

8. Capa de células ganglionares.

Estas células son neuronas que transportan la información visual de la retina a la vía del encéfalo. <sup>(19)</sup>

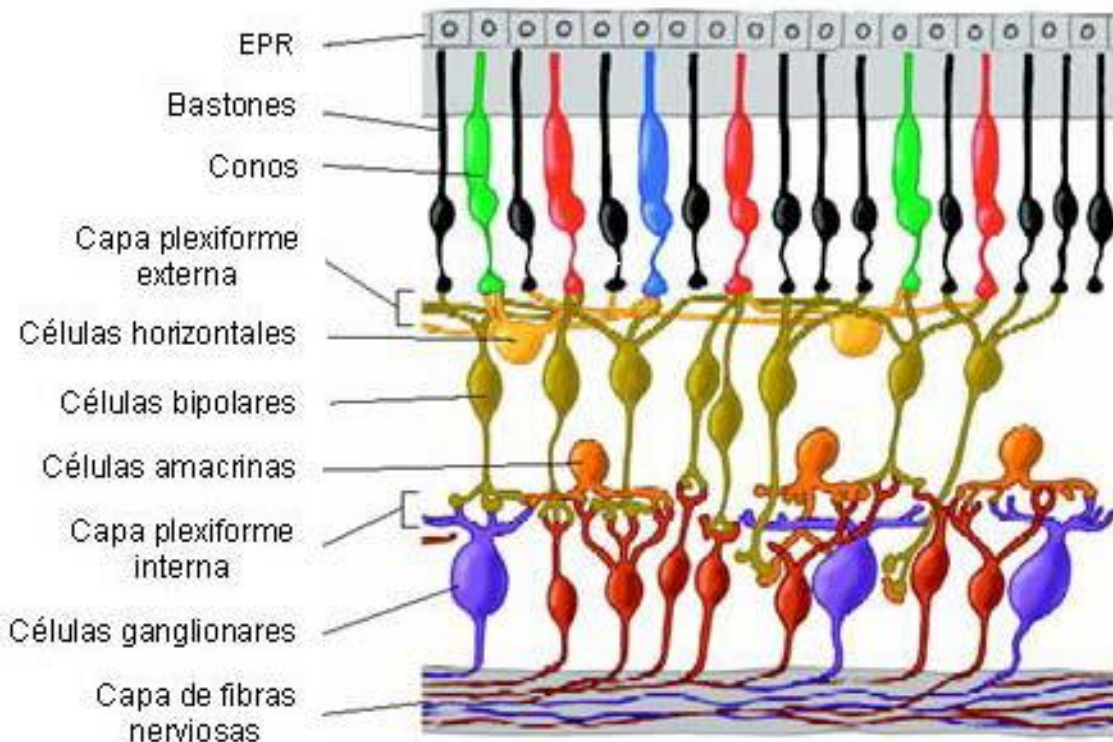
9. Capa de fibras nerviosas.

Son los axones de las células ganglionares que convergen de toda la retina hacia el disco óptico. <sup>(15)</sup>

10. Membrana limitante interna.

Es la separación de las fibras ópticas con el cuerpo vítreo. <sup>(17)</sup>





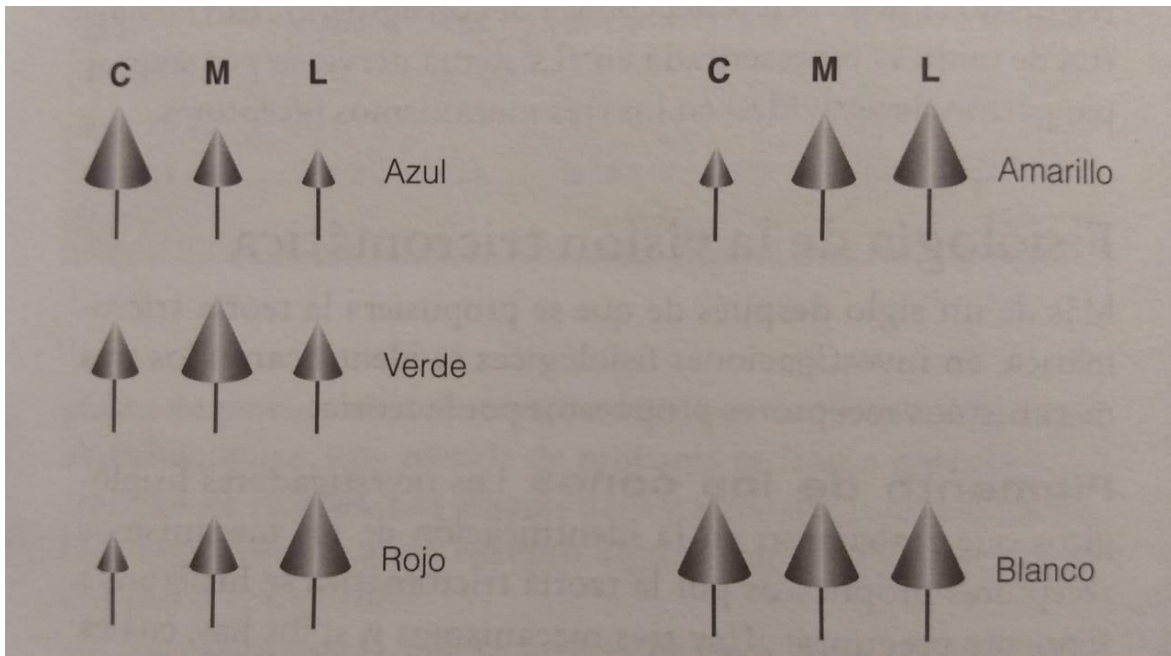
**Figura 3** Representación esquemática de las células y capas de la retina. (Tomada de Prevenir la ceguera blogs. 19-06-2019)

### Visión al color.

La visión al color se produce en dos etapas, descritas en dos teorías las cuales son:

La teoría tricromática propuesta por Thomas Young, que realizó pruebas en personas, estas consistían en; les mostraba una lámina de determinada longitud de onda, les daba tres laminas con diferentes longitudes de onda a la primera y los pacientes tenían que igualar con esas tres laminas la primera longitud de onda mostrada, Young notó que los pacientes que percibían bien todos los colores necesitaban las tres laminas para poder igualar la primera longitud de onda mientras que los pacientes que no percibían el color igualaban la muestra con tan solo dos laminas. Con esto llegó a la conclusión de que en los conos se tenían tres tipos de pigmentos, por lo que las personas que veían bien todos los colores son llamadas tricromatas porque cuentan con todos los pigmentos. <sup>(20)(21)(22)</sup>

Con los experimentos realizados en 1960, se demostró que existe un espectro de absorción de tres pigmentos visuales de los conos, de longitud de onda corta 419nm, media 531nm y larga 558nm del espectro, esto nos indica el tamaño de los receptores y a qué longitud de onda se estimulan.<sup>(20)</sup>



**Figura 4.** Representación de la respuesta en tamaño de los tres tipos de receptores a diferentes estímulos. (Tomada de “sensación y percepción de E. Bruce Goldstein 2011)

La diferencia cromática se divide en tres:

Tricrómata: Posee los tres tipos de pigmento en conos funcionales

Monocrómata. No tienen conos funcionales, su visión es solo con bastones.

Discrómata: Posee solo dos tipos de conos funcionales. <sup>(23)(24)</sup>

Dentro de las anomalías de la visión al color:

La imposibilidad de reconocer un color, debido a una alteración total de la célula fotorreceptora, se identifica con el sufijo “ope”.

La dificultad de reconocer un color, debido a una alteración parcial de la célula fotorreceptora se identifica con el sufijo “omalía”. (24)

Las discromatopsias se dividen en: congénitas y adquiridas.

Las congénitas son las deficiencias al rojo-verde.

Protan; los rojos se ven como verde. (Protanomalía y Protanopia)

Deutan; los verdes se ven como rojos. (Deuteranomalía y Deuteranopia)

Entiéndase como congénito al defecto que se tiene desde el nacimiento, que es heredado por los padres o abuelos, por medio de un gen que se localiza en el cromosoma X, así los hombres siendo XY tienen un solo cromosoma X por lo tanto el defecto del pigmento visual se encuentra en este cromosoma y provoca una deficiencia cromática, por otro lado las mujeres teniendo XX son menos propensas a desarrollar dicha deficiencia, por lo tanto son portadoras del gen y podrían heredarlo a sus futuras generaciones. (20)(23)

Las adquiridas, deficiencias al amarillo-azul.

Tritanopía incompleta; pertenecen al grupo de los tricromatas anómalos.

Tritanopía; pertenecen al discromatismo. (25) (26)

Estas pueden ser causadas por el estilo de vida, tales como:

- Enfermedades sistémicas o autoinmunes.(11)
- Traumatismos.
- Adicciones (alcohol, tabaco, diferentes sustancias etc.) (27)(28)(29)
- Anticonceptivos hormonales.
- Edad (30)

En la edad reproductiva de los 15 a los 44 años, las mujeres atraviesan por cambios hormonales, que desencadenan cambios en diferentes partes del cuerpo, una de ellas es la en la percepción del color (3)

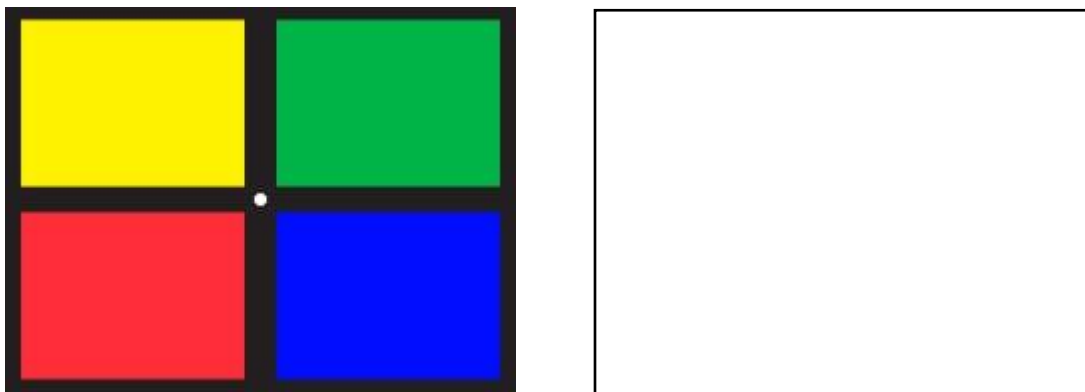
La teoría del proceso oponente de los colores expuesta por Hermann von Helmholtz, explica que la visión cromática es causada por respuestas antagónicas del azul – amarillo y rojo – verde. <sup>(20)</sup>

Este se presenta por la estimulación prolongada, como una postimagen negativa, persiste la imagen más allá del estímulo original, pero éste se presenta de una forma inversa. Por ejemplo, se presenta una imagen color azul y al quitarla y poner un fondo blanco, esta se va a percibir amarilla ya que este es su color oponente. <sup>(31)(32)(33)</sup>

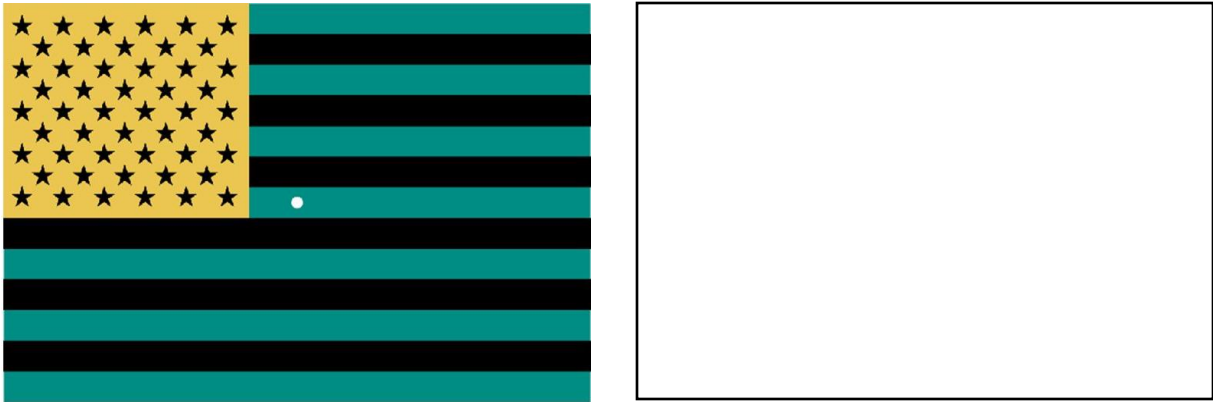
Este proceso podría deberse a que la célula incrementa su actividad con el color rojo y con el verde disminuye.

La visión de los colores esta mediada por procesos oponentes de la retina, lo que implica que el estímulo de una longitud de onda a un campo receptor central en algunas neuronas es estimulado y en otras es inhibido, basados en la organización ON/OFF (centro/periferia) de las células ganglionares de la retina lo que implica que el estímulo de una longitud de onda a un campo receptor central en algunas neuronas es estimulado y en otras es inhibido. <sup>(29) (34)</sup>

Demostración de lo explicado anteriormente:



**Figura 5.** Demostración del experimento realizado por Helmholtz. Observe en punto blanco de la imagen del lado izquierdo por 30 segundos y luego mire el cuadro blanco del lado derecho y observará como los colores se invierten de posición. (Tomada de Teorías de la codificación del color 05/05/2019)



**Figura 6.** Representación de la teoría de los procesos oponentes de los colores. Observe en punto blanco de la imagen del lado izquierdo por 30 segundos y luego mire el cuadro blanco del lado derecho y observará como los colores se invierten de posición. (Tomada de Estímulo de Bandera de Imagen Consecutiva, Prentice Hall, 1999)

### **Pruebas para evaluar la visión al color.**

El origen de las pruebas responde a un triple aspecto; el descubrimiento de casos aislados de ceguera al color, la introducción de nuevas teorías e hipotéticos tipos de defectos y la detección de anomalías en personas cuyo trabajo a desempeñar pueda verse influenciado. <sup>(35)</sup>

### **Pruebas pseudoisocromáticas.**

Se basan en la utilización de láminas compuestas de pequeñas superficies coloreadas de las que destacan zonas de un color diferente que forman una figura que solo será visible para observadores tricrómatas. <sup>(35)</sup>

Entre la cuales están, Ishihara, Color visión y HRR. <sup>(25)</sup>



**Figura 7.** Representación de prueba pseudoisocromática, HRR.

**Pruebas de ordenación.**

Como su nombre lo dice, consiste en la clasificación secuencial de sus elementos constituyentes en función de su tono o saturación. <sup>(35)</sup>

Entre las cuales están, Fransworth (100-HUE), Fransworth y Munsell (D-15) y (D-15) desaturado.



**Figura 8.** Representación de prueba de ordenación, D-15 Saturado.



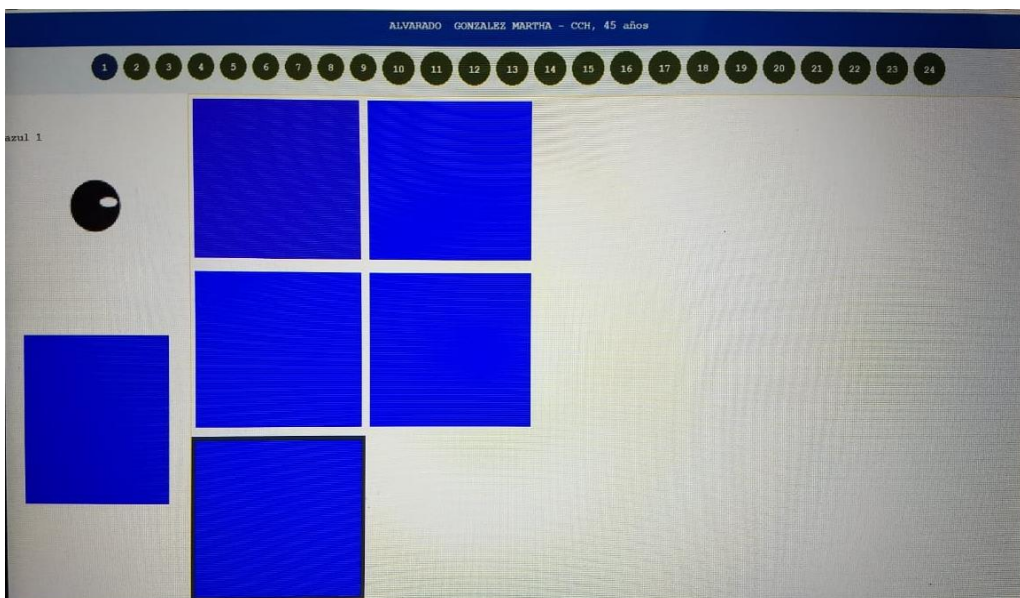
**Figura 9.** Representación de prueba de ordenación, D-15 Desaturado.

### **Software.**

Se ingresan los datos del paciente como, nombre, fecha de nacimiento, género, enfermedades, medicamentos que ingiera, adicciones y tiempo de las adicciones.

Aparecerán 24 bloques individuales para resolver la prueba, cada uno con un cuadro control en la parte inferior izquierda de la pantalla y 5 posibles respuestas, cada opción pertenece a una longitud de onda diferente. Él paciente deberá seleccionar sin mover la cabeza la opción que él cree es igual al cuadro control.

Se realizan 12 cuadros por ojo hasta completar la prueba y después en la base de datos se corrobora en que longitud de onda encontró al igual. (36)



**Figura 10.** Representación de la prueba de Software de medición de longitud de onda.

## **CAPITULO 2. Concentraciones de estrógenos y el ciclo menstrual.**

Las diferencias entre los sexos y el papel que las hormonas gonadales tienen diferencias, la diferenciación sexual implica diversas variantes estructurales, químicas y funcionales entre el cerebro del varón y el de la mujer, la diferenciación sexual está influida por factores genéticos y hormonales, y que este proceso se lleva a cabo en distintas fases. <sup>(37)</sup>

-Sexo genético o cromosómico (XX vs. XY)

-Sexo gonadal (ovarios vs. testículos)

-Fenotipo genital

-En la pubertad, se establecen los caracteres sexuales secundarios.

La edad reproductiva es de los 15 a los 44 años aproximadamente, las mujeres atraviesan por cambios hormonales, físicos y químicos, durante cada ciclo menstrual. <sup>(3)(30)</sup>

Las edades por cada etapa de la vida según la OMS:

Lactantes y niños (0 a 9 años)

Adolescentes (10 a 19 años)

Mujeres en edad reproductiva (15 a 44 años)

Mujeres adultas (20 a 59 años)

Mujeres de edad avanzada (60 años o mayores)(30)



## **Ciclo menstrual.**

El ciclo menstrual tiene una duración de aproximadamente 28 días, el día 1 del sangrado es designado como el primer día del ciclo. El ciclo menstrual se divide en cuatro fases, la fase folicular, la fase ovulatoria, la fase lútea y la fase de regresión, a continuación se detallaran cada una de las fases. (38)(39)(40)(41)

### Fase folicular o preovulatoria (fase proliferativa)

Ésta comienza en los últimos días de la fase lútea y termina cuando empieza la secreción ovulatoria, provoca el crecimiento de folículos en los días 1 al 4, seguido del reclutamiento de los folículos esto va del día 5 al 7, el folículo dominante madura, esta fase va de los días 8 al 12. Culmina con la ovulación que va de los días 13 al 15. El endometrio prolifera en esta fase por acción de los estrógenos. El estrógeno ejerce una acción de retroalimentación negativa inhibiendo la secreción de gonadotropinas. (38)(39)(40)(41)

### Fase ovulatoria.

Ésta se encuentra durante los días 13 al 15, el folículo secreta grandes cantidades de estrógeno, el cual ayuda a la producción de secreción ovulatoria. (38)(39)(40)(41)

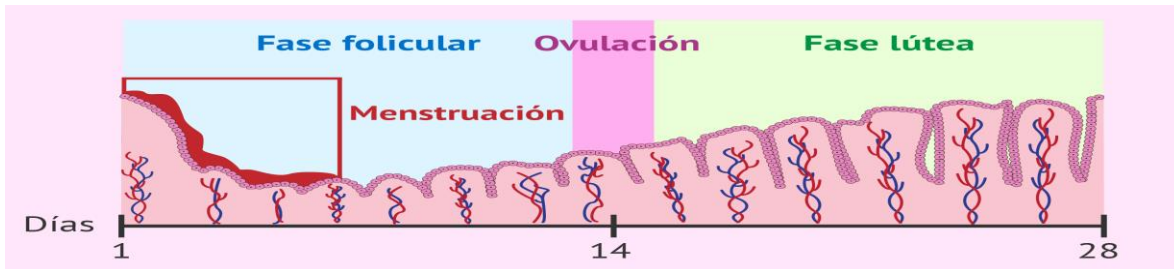
### Fase lútea o secretora.

El folículo postovulatorio pasa a ser ahora productor de progesterona, teniendo una máxima producción en el día 18, la cual se mantiene hasta el día 27, la secreción de progesterona disminuye gradualmente hasta el inicio de la menstruación. (38)(39)(40)(41)

### Fase de regresión o menstrual.

Esta es provocada por la disminución en la secreción de esteroides, tres días después de la fase lútea. La liberación de prostaglandinas produce un efecto vasoconstrictor y con la presencia de sustancias con actividad fibrinolítica, lo que hace que la sangre menstrual no se coagule. (38)(39)(40)(41)

## Concentraciones de estrógenos.



**Figura 11.** Representación de cada una de las fases durante la menstruación. Tomada de reproducción asistida, fases del ciclo menstrual cambios del-endometrio ciclo menstrual 12/05/2019 15:32.

Los estrógenos se encuentran en constante cambio durante el ciclo menstrual, en concentraciones altas y bajas, dependiendo el día:

- Día 1: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase de regresión o menstrual.
- Día 2: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase de regresión o menstrual.
- Día 3: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase de regresión o menstrual.
- Día 4: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase de regresión o menstrual.
- Día 5: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase folicular o preovulatoria.
- Día 6: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase folicular o preovulatoria.
- Día 7: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase folicular o preovulatoria.
- Día 8: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase folicular o preovulatoria.
- Día 9: Empieza la producción de estrógenos. Fase folicular o preovulatoria.
- Día 10: Continúa la producción de estrógenos. Fase folicular o preovulatoria.
- Día 11: Las concentraciones de estrógenos aumentan. Fase folicular o preovulatoria.

Día 12: Las concentraciones de estrógenos aumentan. Fase folicular o preovulatoria.

Día 13: Las concentraciones de estrógenos aumentan. Fase ovulatoria.

Día 14: Las concentraciones de estrógenos están en su punto máximo. Fase ovulatoria.

Día 15: Las concentraciones de estrógenos están en su punto máximo. Fase ovulatoria.

Día 16: Las concentraciones de estrógenos disminuyen.

Día 17: Las concentraciones de estrógenos disminuyen.

Día 18: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase lútea o secretora.

Día 19: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase lútea o secretora.

Día 20: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase lútea o secretora.

Día 21: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase lútea o secretora.

Día 22: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase lútea o secretora.

Día 23: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase lútea o secretora.

Día 24: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase lútea o secretora.

Día 25: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase lútea o secretora.

Día 26: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase lútea o secretora.

Día 27: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase lútea o secretora.

Día 28: Estrógeno en bajas concentraciones. Fase lútea o secretora.

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

**Figura 12.** Representación de las fases en un calendario. ROJO: Fase de regresión o menstrual. AMARILLO: Fase folicular o preovulatoria. AZUL: Fase ovulatoria. VERDE: Fase lútea o secretora.

Como podemos ver a lo largo del texto los estrógenos se encuentran en diferentes concentraciones en el ciclo menstrual, éste se encarga de la regulación de material genético y su composición química, produce un aumento en la altura del endometrio, alisa las paredes de las trompas de Falopio para que el óvulo descienda con mayor facilidad, creando así el ambiente perfecto para la fecundación del óvulo.

Durante la adolescencia los estrógenos se encargan de los cambios de niñas a mujeres, tales como, aumento de senos y crecimiento de genitales externos, ensanchamiento de pelvis, desarrollo de la vagina y aumento de sus secreciones, así el cuerpo continúa acondicionándose para ser fecundado y concebir. <sup>(42)</sup>

En la visión los estrógenos juegan un papel muy importante ya que cada mes sus contracciones van cambiando dependiendo la fase de cada ciclo, esto se debe a que la retina cuenta con receptores de estrógenos lo cual puede afectar la visión y por lo tanto la visión al color ya que un control de especificidad en la respuesta inmune *in vitro*, fue derivado de la siguiente secuencia de un receptor de estrógenos: KSIQGHNDYMCPATNQCTIDK NRRKSCQACRLRKCYEVGM. <sup>(4)(5)(6)</sup>

## **Metodología: Estudio observacional, Transversal, descriptivo.**

A continuación se presenta el método dividido en 6 fases.

### **Fases del estudio.**

**Fase I:** Se realizó un instrumento para la evaluación del ciclo menstrual y el estilo de vida de las alumnas de la carrera de optometría y mujeres que asisten a la clínica de Optometría de la FES Iztacala. Entiéndase como estilo de vida lo relacionado a la salud, la ingesta de métodos anticonceptivos, el uso de drogas, alcohol y cigarro.

Se realizó un instrumento con base en las referencias de los antecedentes que pretendió conocer datos de las pacientes que serían candidatas para participar en el estudio, dicho instrumento contiene datos personales, de contacto, de estilo de vida y estado de salud. Todo esto previamente aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, para poder tratar con humanos. Anexo 1.

El instrumento se sometió a juicio con licenciados en optometría, se les entregó el instrumento y un resumen del proyecto para que se entendiera el fin de éste, los optometristas entregaron el instrumento con sus comentarios y observaciones, los cuales fueron tomados en cuenta para la realización del mismo. Apéndice 1.

Al contar con el instrumento aprobado en el juicio, se realizó una carta de consentimiento informado, la cual, junto con el instrumento, fue entregada y firmada a cada una de las pacientes. Apéndice 2.

**Fase II:** Se aplicó el instrumento a todas las mujeres, tanto alumnas (en sus respectivas aulas y dentro de sus horarios de clase) como pacientes de la clínica de Optometría de la FES Iztacala (en el gabinete 6 de la clínica) en el semestre 2018-2 y 2019-1, se les explicó a todas en qué consistía y el porqué del proyecto, se les invitó responder el instrumento y firmar la carta de consentimiento informado.

**Fase III:** Se realizó el análisis de datos del instrumento aplicado a todas las mujeres para asegurar que no tuvieran variables que afecten la visión al color.

Se analizaron cada uno de los instrumentos y las pacientes que cumplieron con cada uno de los criterios de selección fueron contactadas por teléfono para invitarlas a continuar con la participación en el proyecto. Se aceptaron a las pacientes que no utilizaran ningún tipo de anticonceptivo hormonal, que no tuvieran ningún tipo de enfermedades sistémicas o autoinmunes, que no fumaran más de 2 cigarrillos al día y que no consumieran bebidas alcohólicas más de 2 veces a la semana.

**Fase IV:** Se citó a las mujeres que cumplieron con los criterios de selección con su mejor Receta visual (en caso de ser presbítas, también la mejor receta visual cercana) a la evaluación en el Gabinete 6.

A las pacientes que reportaron tener un ciclo irregular, se les recomendó utilizar una aplicación gratuita en su teléfono llamada Clue, que es compatible con android e iOS, la aplicación fue creada el 9 de octubre de 2014, este calendario menstrual de periodo y ovulación permite conocer y controlar los días de menstruación, ovulación, síndrome premenstrual y días fértiles, cada que se actualizan los datos en la aplicación ésta va conociendo mejor el ciclo y cada vez el calendario se apega más a los días que son marcados. Se les pidió a las mujeres que asistieran al Gabinete 6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala en los primeros 4 días del ciclo menstrual y en el día fértil que les marcara la aplicación.

A las pacientes que reportaron tener un ciclo menstrual regular, se les pidió asistir al Gabinete 6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala en los primeros 4 días del ciclo menstrual y en el día fértil.

**Fase V:** Se aplicaron con la mejor Receta visual (en caso de ser presbítas, también la mejor receta visual cercana) las pruebas D-15, D-15 desaturado y el software en las 2 etapas a las mujeres que cumplieron con los criterios de selección en el Gabinete 6 de la Clínica de optometría de la FES Iztacala.

Se atendió a las pacientes seleccionadas en el Gabinete 6 de la Clínica de optometría de la FES Iztacala, con ayuda de los pasantes del periodo correspondiente.

Se aplicó la prueba D-15, en la mesa del gabinete con una Lámpara base 180° con luz blanca estandarizada para D-15, se desordenaron las fichas del D-15 únicamente dejando dentro de la caja la ficha piloto, se le pidió a la paciente se sentara en el banco frente a la mesa, se le ocluyó ojo izquierdo, la paciente veía únicamente con su ojo derecho y se le pidió que ordenara las fichas, la que ficha que más se pareciera a la anterior, la paciente ordenó las fichas y se anotó el resultado en la hoja de registro. Se repitió lo mismo con el otro ojo.

Se aplicó la prueba D-15 Desaturado, en la mesa del gabinete con una lámpara base 180° con luz blanca estandarizada para D-15 Desaturado, se desordenaron las fichas del D-15 únicamente dejando dentro de la caja la ficha piloto, se le pidió a la paciente se sentara en el banco frente a la mesa, se le ocluyó ojo izquierdo, la paciente veía únicamente con su ojo derecho y se le pidió que ordenara las fichas, la que ficha que más se pareciera a la anterior, la paciente ordenó las fichas y se anotó el resultado en la hoja de registro. Se repitió lo mismo con el otro ojo.

Se aplicó a la paciente la prueba de Software (Anexo 2) de percepción cromática, se le pidió a la paciente se sentara frente a la computadora, se llenaron los datos de la paciente en el software, los cuales consisten en los nombres y apellidos, sexo, fecha de nacimiento, enfermedades y se le ocluyó ojo izquierdo, la paciente veía únicamente con su ojo derecho, se proyectó la primera serie de longitudes de onda y se le pidió a la paciente que nos señalara cuál de los 5 cuadros del lado derecho se parece más al cuadro muestra del lado izquierdo, una vez que se seleccionó el cuadro que señaló la paciente, se pasó al siguiente número y así por 12 veces, cada uno de los números cuenta con una longitud de onda diferente, una vez completados los primeros 12 números se cambió de ojo el ocluidor y se repitió lo mismo con el otro ojo, ya terminada la prueba se realizó el reporte de datos para que se guardara.

Terminadas las pruebas se realizó la cuenta necesaria dependiendo del día de ciclo que la paciente asistió al gabinete por primera vez y se le dió la fecha de la siguiente cita, en caso de ser una paciente que contó con la aplicación Clue, se revisó su siguiente día fértil y ese día se le citó para su siguiente evaluación.

La paciente regresó en su fecha marcada y se aplicó la prueba D-15, en la mesa del gabinete con una Lámpara base 180° con luz blanca estandarizada para D-15, se desordenaron las fichas del D-15 únicamente dejando dentro de la caja la ficha piloto, se le pidió a la paciente se sentara en el banco frente a la mesa, se le ocluyó ojo izquierdo, la paciente veía únicamente con su ojo derecho y se le pidió que ordenara las fichas, la que ficha que más se pareciera a la anterior, la paciente ordenó las fichas y se anotó el resultado en la hoja de registro. Se repitió lo mismo con el otro ojo.

Se aplicó la prueba D-15 Desaturado, en la mesa del gabinete con una Lámpara base 180° con luz blanca estandarizada para D-15 Desaturado, se desordenaron las fichas del D-15 únicamente dejando dentro de la caja la ficha piloto, se le pidió a la paciente se sentara en el banco frente a la mesa, se le ocluyó ojo izquierdo, la paciente veía únicamente con su ojo derecho y se le pidió que ordenara las fichas, la que ficha que más se pareciera a la anterior, la paciente ordenó las fichas y se anotó el resultado en la hoja de registro. Se repitió lo mismo con el otro ojo.

Se aplicó a la paciente la prueba de Software de percepción cromática, se le pidió a la paciente se sentara frente a la computadora, se llenaron los datos de la paciente en el software, los cuales consisten en los nombres y apellidos, sexo, fecha de nacimiento, enfermedades y se le ocluyó ojo izquierdo, la paciente veía únicamente con su ojo derecho, se proyectó la primera serie de longitudes de onda y se le pidió a la paciente que nos señalara cuál de los 5 cuadros del lado derecho se parece más al cuadro muestra del lado izquierdo, una vez que se seleccionó el cuadro que señaló la paciente, se pasó al siguiente número y así por 12 veces, cada uno de los números cuenta con una longitud de onda diferente, una vez completados los primeros 12 números se cambió de ojo el ocluser y se repitió lo mismo con el otro ojo, ya terminada la prueba se realizó el reporte de datos para que se guardara.

**Fase VI:** Se realizó en análisis de datos con estadística inferencial (Pruebas paramétricas) y se obtuvo la significancia del estudio.

Para la comparación del Control con el día 1 se utilizó una t de student para muestras independientes.



Para la comparación del Control con el día 15 se utilizó una t de student para muestras independientes.

Para la comparación del día 1 con el día 15 se utilizó una t de student para muestras pareadas.

### **Recursos humanos.**

Dos pasantes de servicio social, del proyecto de visión al color y una alumna de 8° semestre.

### **Recursos materiales.**

Gabinete 6 de la Clínica de Optometría de la FES Iztacala.

Oclusor.

Lámpara base 180° con luz blanca estandarizada para D-15.

D-15.

D-15 desaturado.

Computadora Lenovo con Software de visión al color.

### **Criterios de selección**

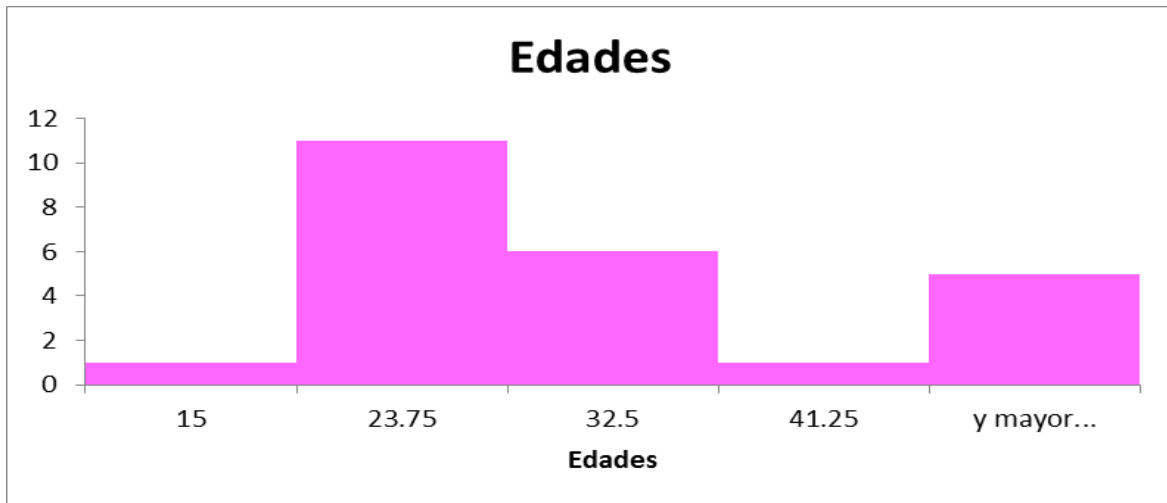
Inclusión:

Pacientes mujeres que estén en la etapa fértil.

Exclusión: Pacientes que en el instrumento hayan referido fumar 2 cigarros al día, ingieran alcohol más de 2 veces por semana, que utilicen algún método anticonceptivo hormonal, que utilicen alguna droga o tengan alguna enfermedad sistémica.

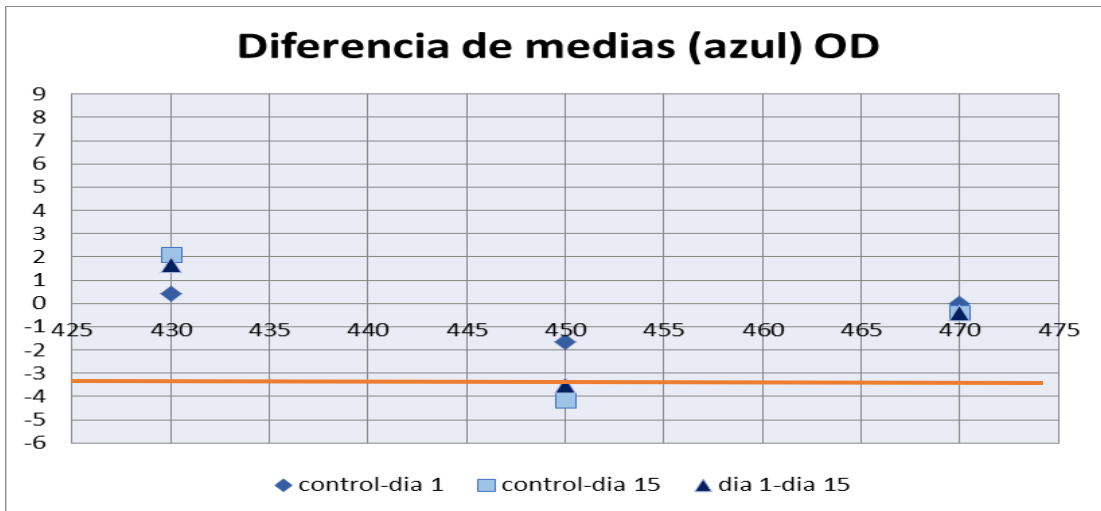
## RESULTADOS

La cohorte constó de 24 pacientes evaluadas el primer día y a mitad de su ciclo menstrual.

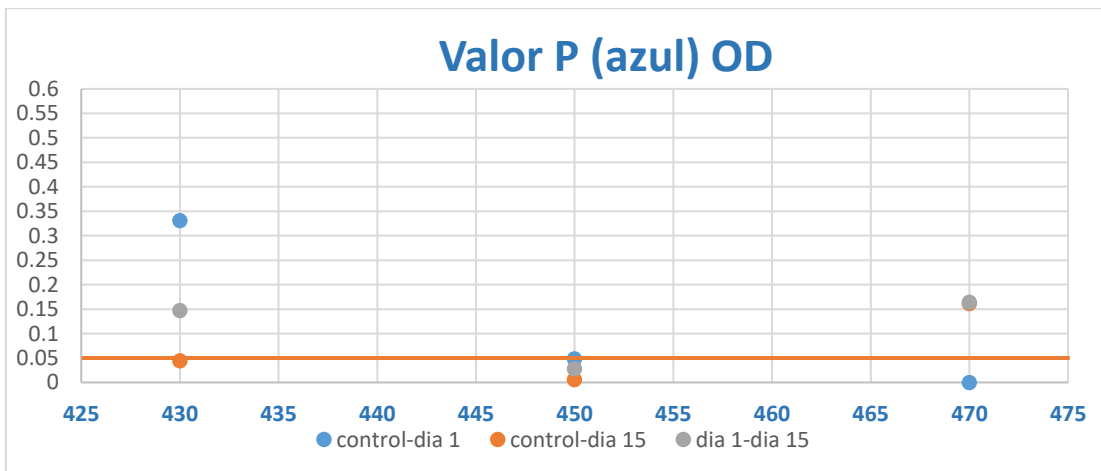


<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
15	1
23.75	11
32.5	6
41.25	1
y mayor...	5

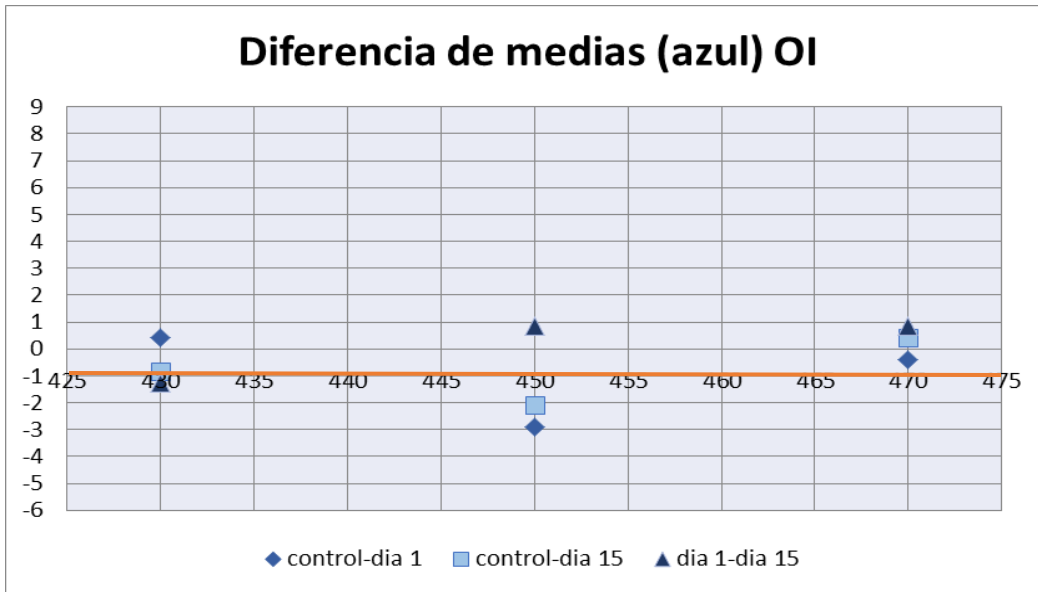
**Gráfico 1. Edades.** Se puede apreciar que la mayor cantidad de mujeres se encuentra en un promedio de 23.75 años. (El software estadístico calcula el histograma, con base en la fórmula Storges).



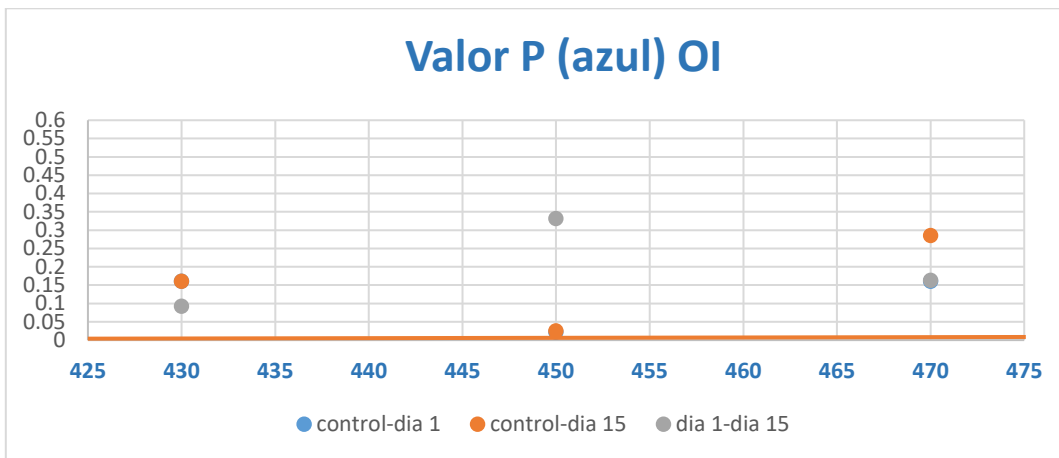
**Gráfico 2.** Como puede observarse, los extremos del color azul (430 y 470nm) no se alejan del control, sin embargo en 430 nm no se percibe diferencia en el color en el día 1, si modificándose en el día 15, es decir que el azul se percibe más claro a mayor concentración de estrógenos. Con respecto a 450 nm podemos observar que el día 1 se percibe muy parecido al control, pero el día 15 se percibe más oscuro, es decir se recorre negativamente dentro del espectro (hacia 430).



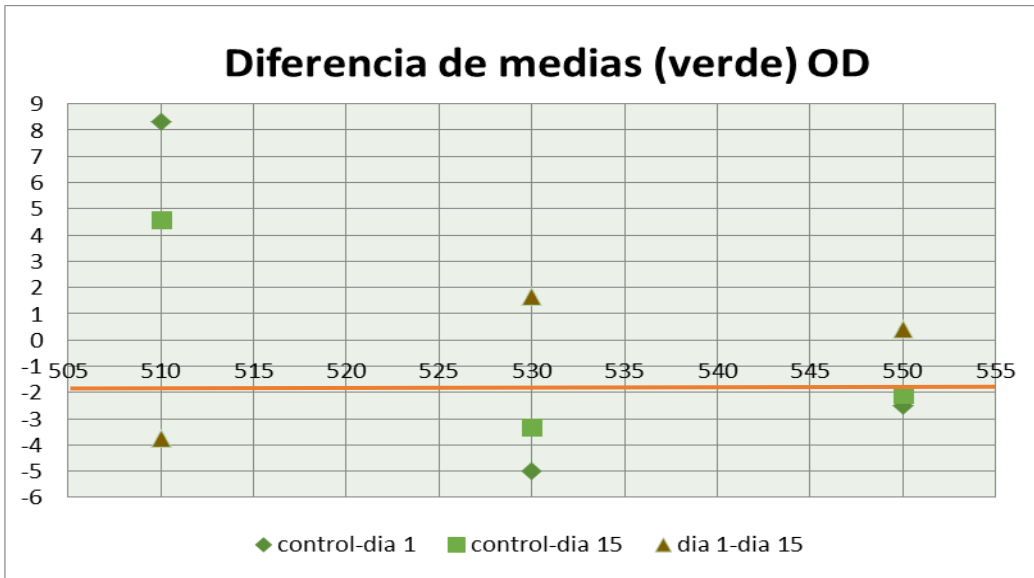
**Gráfico 3.** La percepción del color azul es significativamente diferente en el día 15 (cuando los estrógenos se encuentran más elevados) específicamente en 430 y 450nm. En 450 nm (azul más puro) se puede observar que ambos días de la aplicación tienen una diferencia significativa con respecto al control. Por otro lado en 470 nm se encuentra que el día 1 es el único que es significativamente diferente al control, recorriéndose hacia el lado negativo. ( $P < 0.05$ )



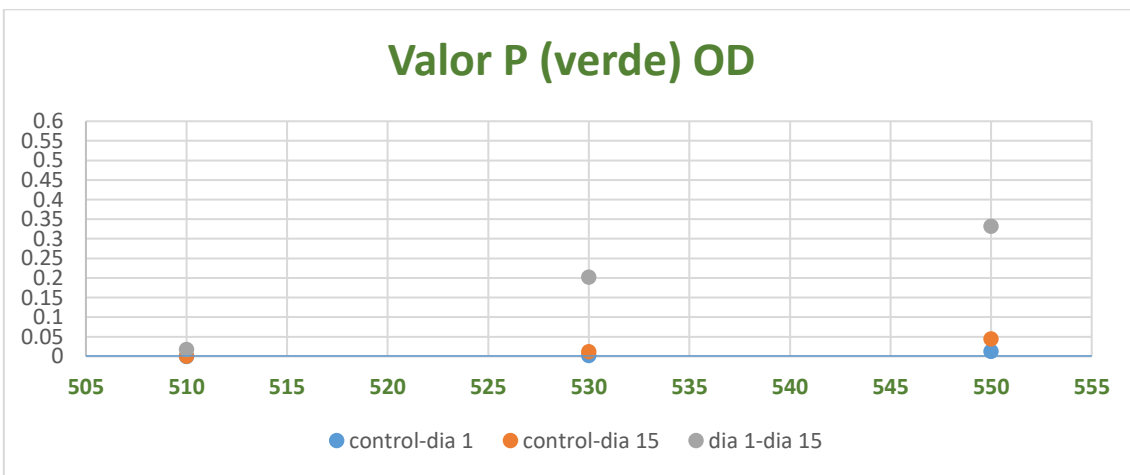
**Gráfico 4.** Se puede observar que la percepción de los extremos del color azul (430 y 470nm) es prácticamente igual al control, en los dos días de la evaluación, sin embargo, en 450 nm existen diferencias en el día 1 y 15, recorriéndose hacia el lado negativo, es decir perciben más oscuro el color azul. Coincidiendo con el OD.



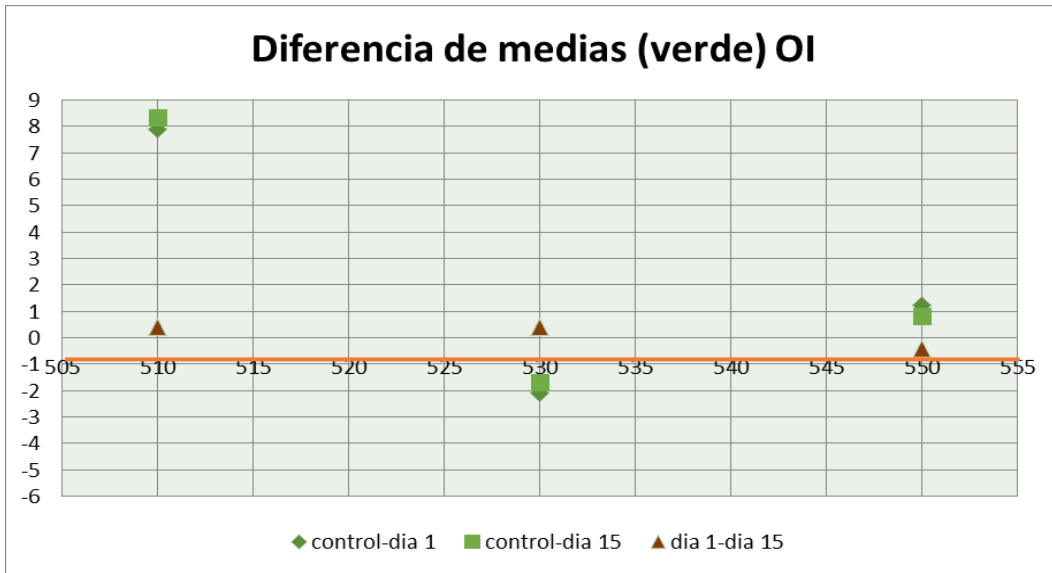
**Gráfico 5.** La percepción del color azul es significativamente diferente en el día 1 y 15 solamente en la longitud de onda de 450 nm ( $P < 0.05$ ).



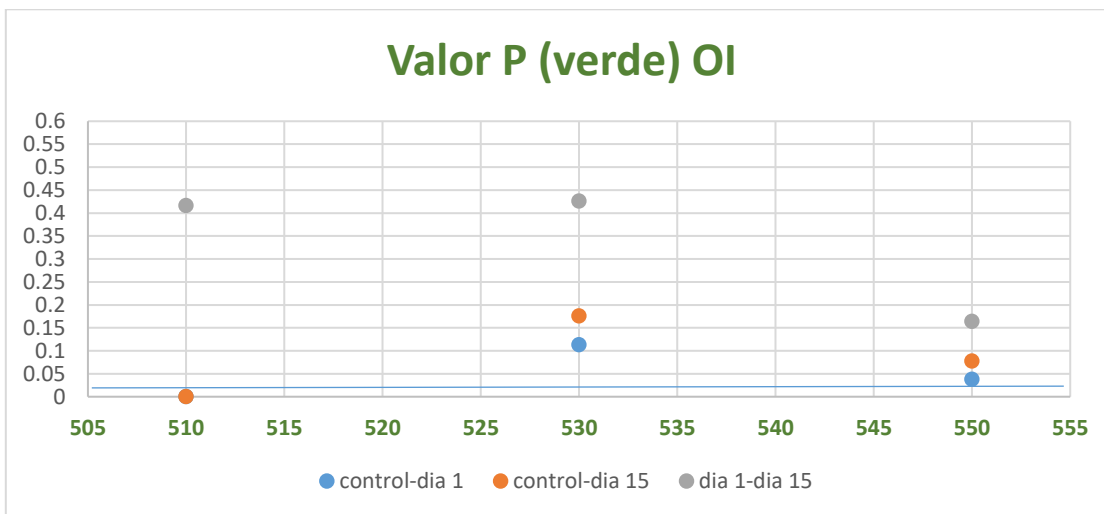
**Gráfico 6.** Puede observarse que en las tres longitudes de onda (510, 530 y 550nm) la percepción del color en los días 1 y 15 es diferente al control, sin embargo se aprecia claramente que entre más se acerque a las longitudes de onda largas la percepción va acercándose más al control.



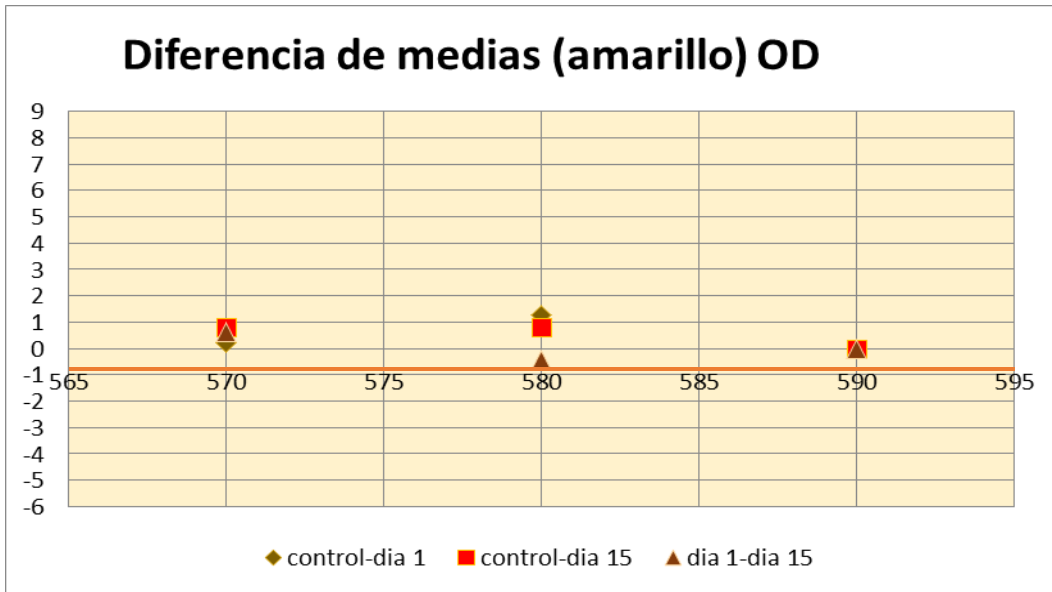
**Gráfico 7.** La percepción en las 3 longitudes de onda del color verde es significativamente diferente con respecto al control en el día 1 y 15. ( $P < 0.05$ )



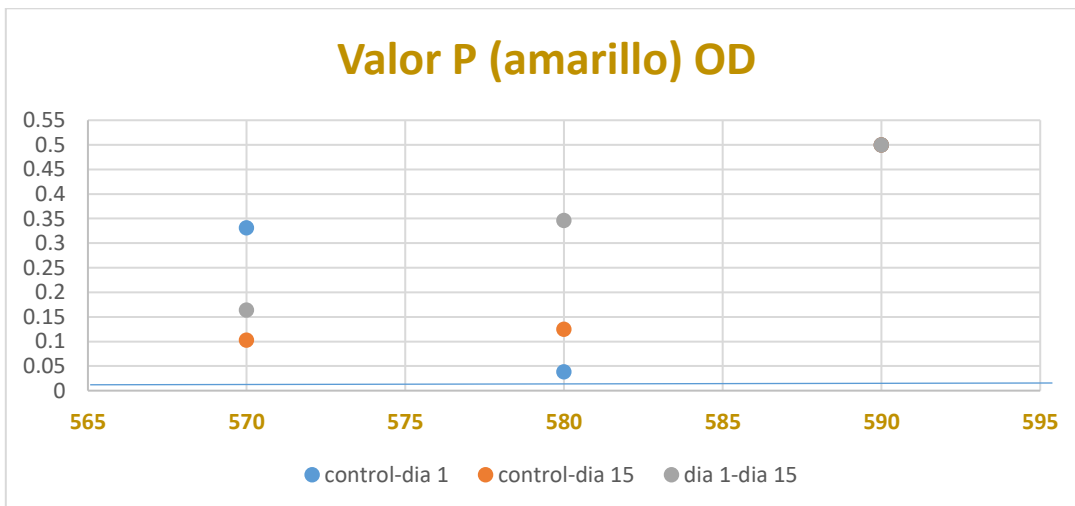
**Gráfico 8.** Puede observarse que en las tres longitudes de onda (510, 530 y 550nm) la percepción del color en los días 1 y 15 es diferente al control, sin embargo se aprecia claramente que entre más se acerque a las longitudes de onda largas la percepción va acercándose más al control.



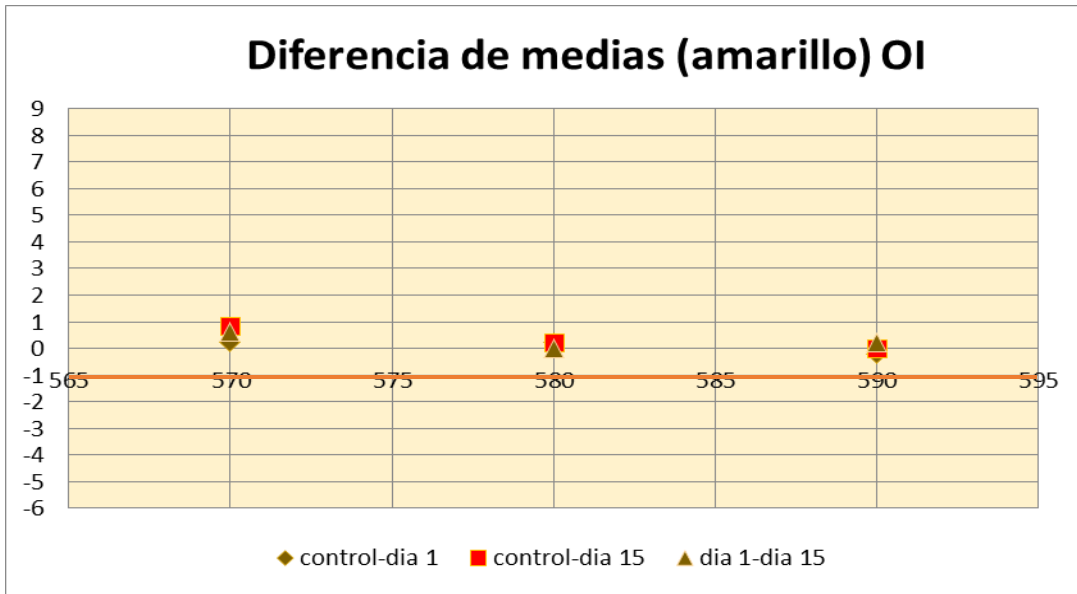
**Gráfico 9.** La percepción del color verde es significativamente diferente en el día 1 y 15 solamente en la longitud de onda de 510 nm, por otro lado en la longitud de onda de 550 nm solo es significativo el día 1 (cuando la concentración de estrógenos esta disminuida). ( $P < 0.05$ )



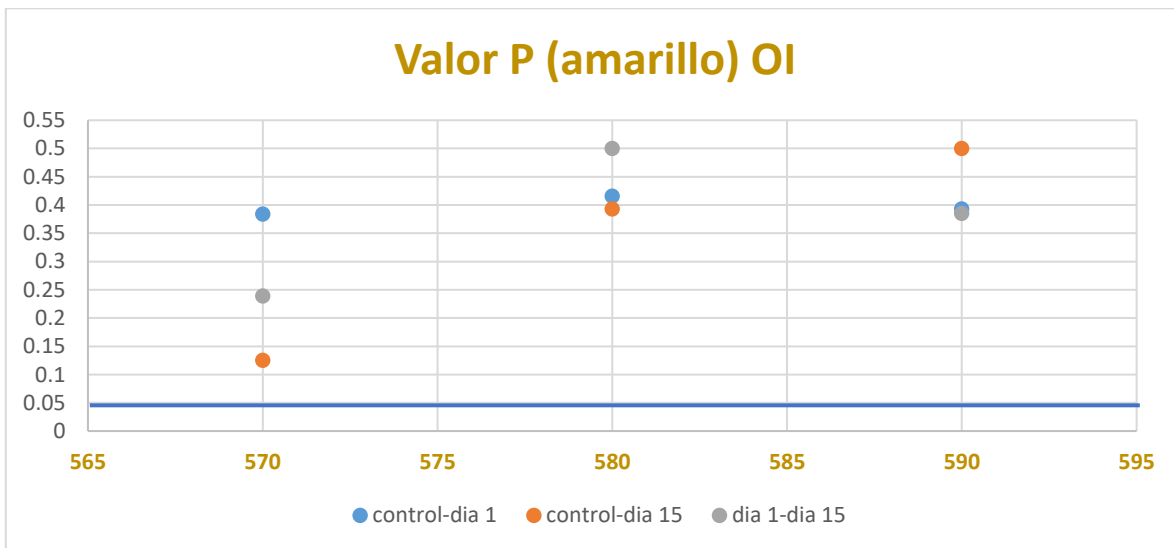
**Gráfico 10.** Puede observarse que en las tres longitudes de onda (570, 580 y 590nm) la percepción del color en los días 1 y 15 es muy parecida al control, apreciándose claramente que entre más se acerque a las longitudes de onda largas la percepción es idéntica al control.



**Gráfico 11.** Puede observarse que en 580nm hay una diferencia significativa en el día 1 (cuando la concentración de estrógenos es baja). ( $P < 0.05$ ).

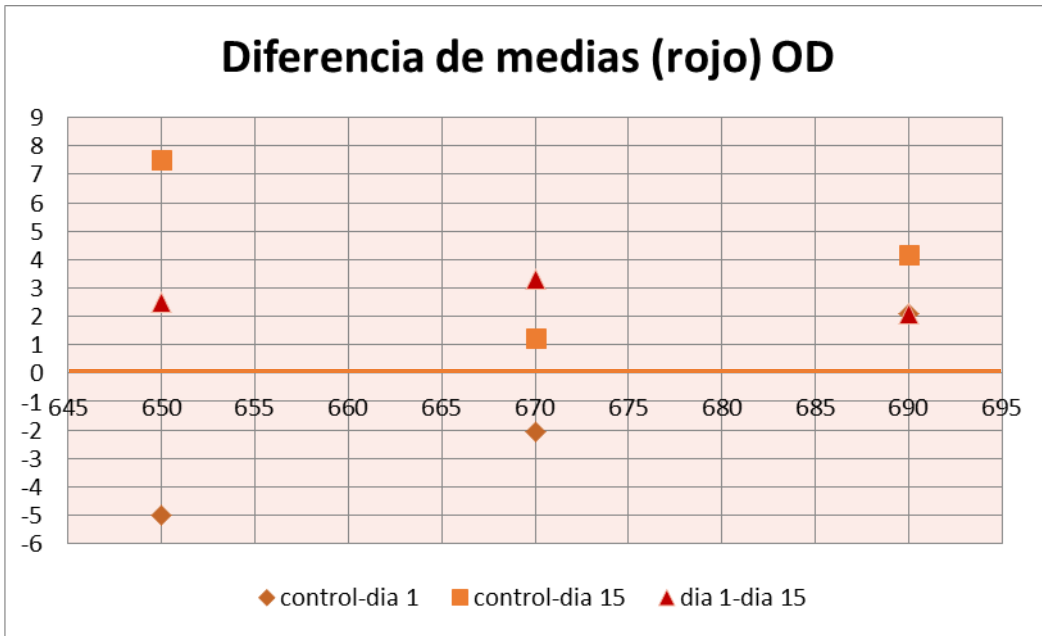


**Gráfico 12.** Puede observarse que en las tres longitudes de onda (570, 580 y 590nm) la percepción del color en los días 1 y 15 es muy parecida al control, apreciándose claramente que entre más se acerque a las longitudes de onda largas la percepción es idéntica al control.

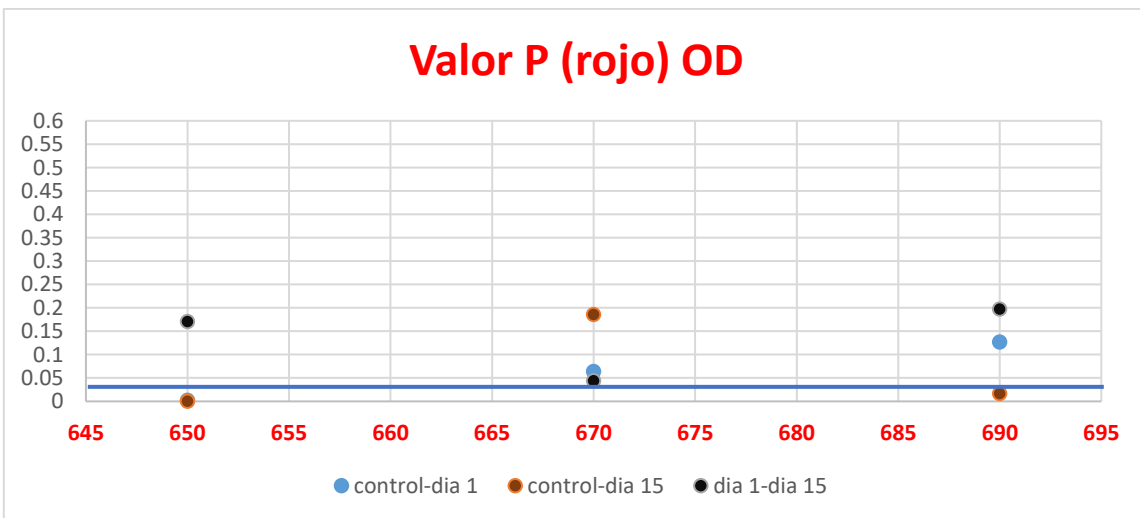


**Gráfico 13.** La percepción es la misma en los dos días de la aplicación en todas las longitudes de onda amarillas. ( $P < 0.05$ ).

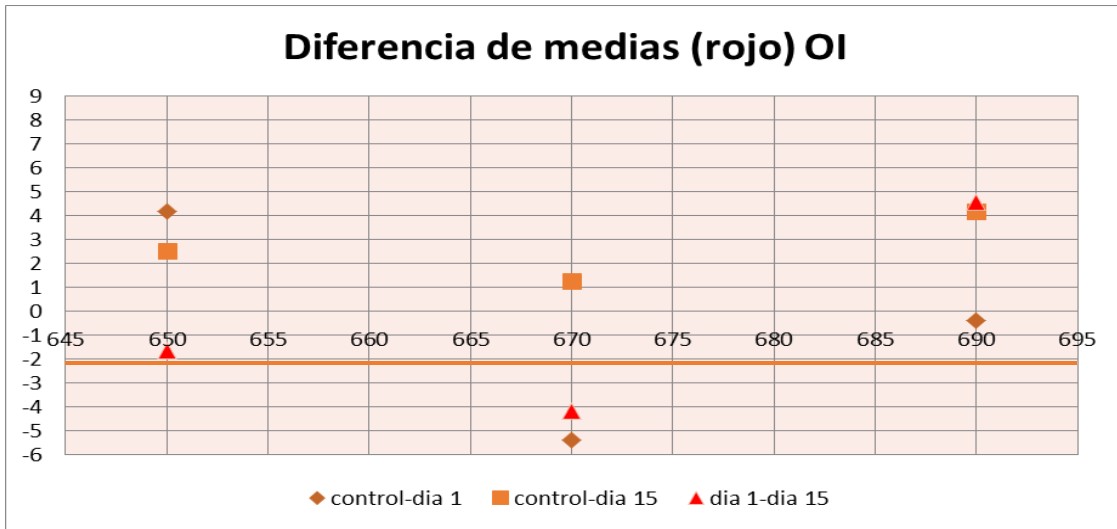




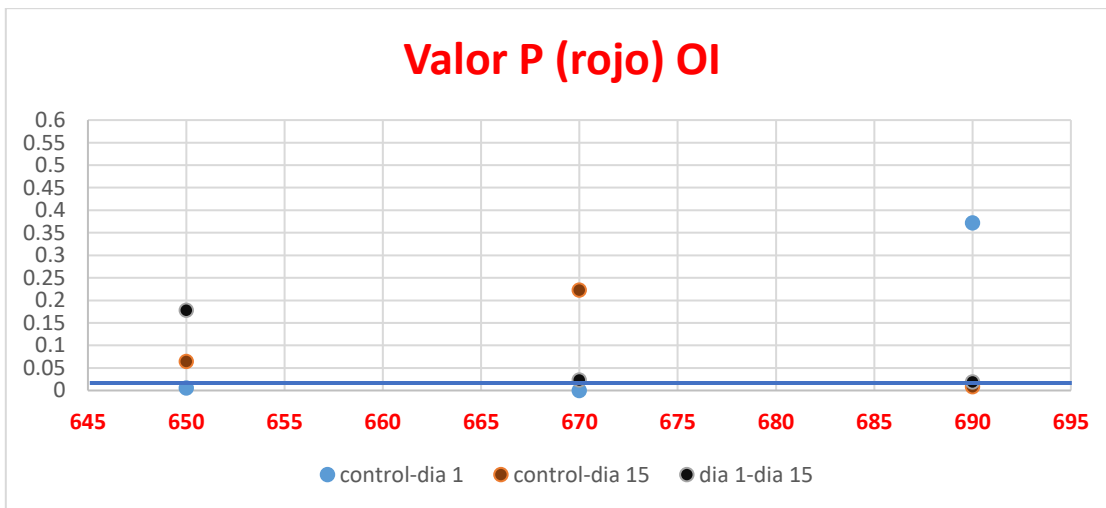
**Gráfico 14.** La apreciación más relevante se presenta en el día 15 en la longitud de onda 650, debido a que existe mayor diferencia de la percepción con respecto al control, conforme la longitud de onda avanza acercándose al rojo puro (670), la percepción se parece al control, si continua avanzando dicha longitud, alejándose del rojo puro, (690) la percepción se vuelve a alejar del control.



**Gráfico 15.** Existe diferencia significativa en los extremos del color rojo ( 650 y 690), siendo la misma percepción en el color puro (670 nm) ( $P < 0.05$ ).



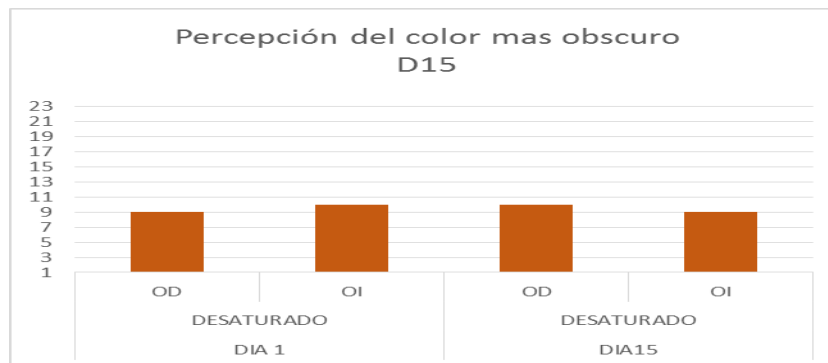
**Gráfico 16.** La apreciación más relevante se presenta en el día 15 en la longitud de onda 650, debido a que existe mayor diferencia de la percepción con respecto al control, conforme la longitud de onda avanza acercándose al rojo puro (670), la percepción se parece al control, si continua avanzando dicha longitud, alejándose del rojo puro, (690) la percepción se vuelve a alejar del control. Apreciándose de la misma forma que el OD, solo en diferente proporción.



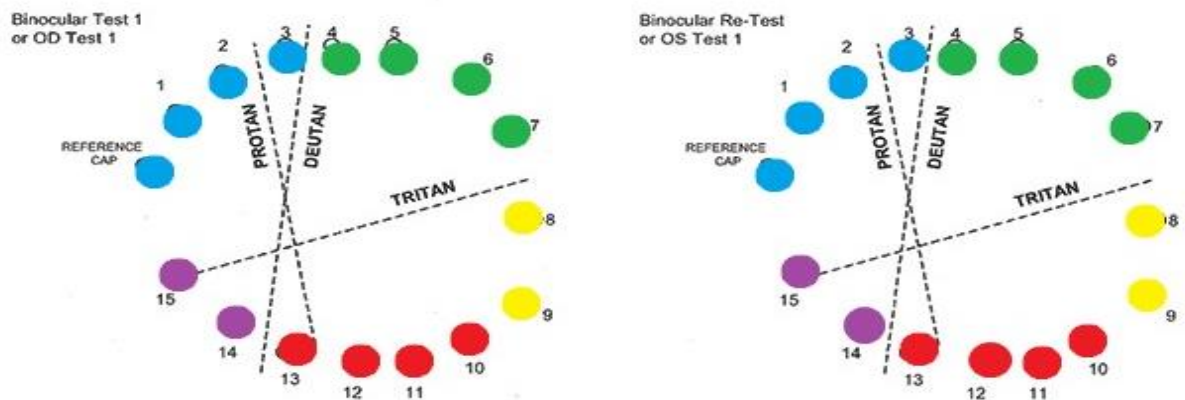
**Gráfico 17.** Existe diferencia en los extremos del color rojo en 650 y siendo significativa en 690 nm, sin embargo en 670 nm (color puro) es la misma percepción ( $P < 0.05$ ).

**Con respecto a los resultados obtenidos en D15.**

No se encuentra modificación alguna entre el día 1 y el día 15 en la prueba de ordenación D15 Saturada. Sin embargo en la prueba de ordenación D15 Desaturada, el 39.58% de las pacientes presentan modificaciones en las fichas 10 a la 13 (color rojo), percibiendo este color más oscuro, ya que colocan primero la ficha más oscura y después la clara, indicando que perciben de la misma forma ambas.



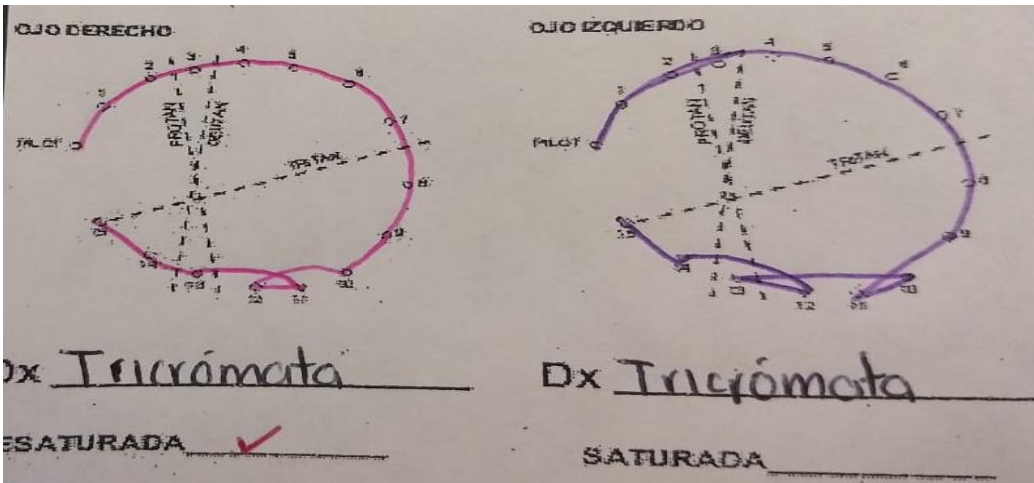
**Gráfico 18.** 39.58% de las pacientes, percibieron modificación en D15 Desaturado, inclinándose por el color rojo más oscuro.



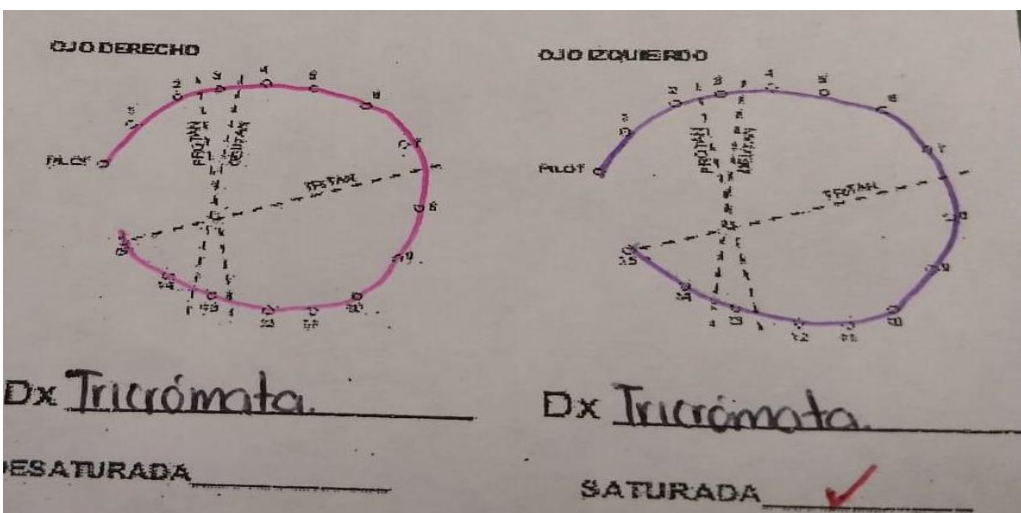
**Figura 13.** Representación de formato de registro de D 15, el color azul va de la ficha 0 a la 3, el verde de la 4 a la 7, el amarillo 8 y 7, el rojo de 10 a la 13 y por ultimo violeta 14 y 15.



**Figura 14.** Representación de D 15 Desaturado, los números en las fichas muestran que el color rojo esta en las fichas 10 a la 13.



**Figura 15.** Representación de registro de D 15 Desaturado, de una de las pacientes que participo en el estudio, donde observa intercambio de fichas en los números correspondientes al color rojo.



**Figura 16.** Representación de registro de D 15 Saturado, de una de las pacientes que participo en el estudio, donde observa un llenado perfecto.

## DISCUSIÓN.

Como indica Arenas<sup>(1)</sup>, es erróneo pensar que los estudios hechos en hombres pueden servir para diagnosticar mujeres, por lo tanto, es importante realizar estudios en estas últimas en diferentes etapas de vida y distintos eventos hormonales para así estandarizar pruebas y dar el diagnóstico correcto, tomando lo anterior en cuenta, el presente estudio se realizó con solo pacientes del género femenino, valiéndonos de sus cambios en el nivel hormonal, gracias a la menstruación y la facilidad de medición del ciclo para conocer la concentración de estrógenos dependiendo del día y así medir la percepción al color en los días de mayor y menor concentración.

Baltazar<sup>(2)</sup> investigó los métodos anticonceptivos hormonales que son los que afectan especialmente a mujeres, y son los más utilizados por los jóvenes en México, de acuerdo a Jiménez<sup>(5)</sup>, alteran el ciclo menstrual, ya que están compuestos por estrógeno y progesterona y estos a su vez alteran la visión. En Santiago de Cuba se identificaron los efectos secundarios más frecuentes por el uso de anticonceptivos hormonales, dentro de los cuales, está la visión borrosa. <sup>(6)</sup>

.

Lo descrito anteriormente es importante para el presente estudio ya que en los criterios de selección fueron descartadas las pacientes que utilizan algún tipo de anticonceptivo hormonal, esto para no alterar los resultados, ya que como lo indican los autores los estrógenos son una de las bases para crear los anticonceptivos y por lo tanto alteran la visión.

A su vez Vargas <sup>(9)</sup> investigó la sensibilidad y disfunciones visuales adquiridas por neurointoxicación, que se relacionan con el género, edad y consumo de nicotina, indicando que a mayor consumo de nicotina las alteraciones en la visión cromática serán mayores; por otro lado Carvajal concluyó que el consumo de ciertas sustancias en tiempos específicos alteran la percepción visual por lo tanto la percepción al color. <sup>(10)</sup>

La presencia de enfermedades sistémicas y autoinmunes causan alteraciones oculares y por lo tanto visuales, por lo que la percepción al color se ve alterada proporcionalmente. <sup>(11)</sup>

Sumado a lo anterior, dentro de los criterios de selección se descartó a todas las pacientes que utilizan algún tipo de droga, ya sea, tabaco, alcohol o sustancia y tuvieran alguna enfermedad de tipo sistémica o autoinmune que afecte directamente los ojos y por lo tanto la visión.

De acuerdo con Correa <sup>(3)</sup> la percepción al color puede ser afectada por un sinnúmero de factores, entre ellos se encuentra la edad y el sexo, y un factor que influye notoriamente es el cambio hormonal, en el experimento realizado por la autora y colaboradores se obtuvieron diferencias significativas entre ambos géneros en dicha percepción, debido a la presencia de receptores de estrógenos en la retina. Sin embargo de acuerdo con Arenas <sup>(1)</sup>, se concluye que es erróneo pensar que los estudios hechos en hombres pueden servir para diagnosticar a mujeres, en este caso, no es posible comparar resultados entre hombres y mujeres ya que ambos géneros atraviesan por distintos cambios hormonales a lo largo de su vida, aunado a esto las mujeres tienen cambios cada que inicia y termina un ciclo menstrual y a su vez cada día del ciclo existe una concentración distinta de hormonas y por lo tanto de estrógenos. Aunado a lo anterior ambos géneros tienen receptores de estrógenos en la retina, sin embargo las concentraciones de estos en el cuerpo son distintas, por lo que la interacción con los receptores en retina sigue siendo totalmente deferente en ambos grupos.

La misma autora <sup>(3)</sup> propone realizar un experimento con tres colores, azul, verde y rojo-magenta, para determinar la longitud de onda percibida según el sexo y la edad, tomando en cuenta el ciclo menstrual y los niveles de estrógenos. Conforme a la propuesta de Correa, en el presente estudio, se analizaron los datos de pacientes en diferentes estados hormonales (concentración alta y baja de estrógenos), midiendo su percepción al color con un software de longitud de onda, el cual indica con medidas en nanómetros, qué tanto y hacia dónde se mueve el espectro visible dependiendo el día en que se realice la prueba (día 1-4 y día 15) y así poder

determinar cómo se percibe cada color dependiendo de la concentración de estrógenos que se encuentren en ese momento.

Gómez <sup>(4)</sup> realizó un estudio en retinas donde se encontró el control de especificidad en la respuesta inmune *in vitro*, fue derivado de la siguiente secuencia de un receptor de estrógenos (KSIQGHNDYMCPATNQCTIDK NRRKSCQACRLRKCYEVGM) en la que el autor mostró que existen receptores de estrógenos en la retina, lo cual indica que dependiendo de las concentraciones de estrógeno que existan en el cuerpo, ya sean bajas o altas, la visión se va a ver afectada y por lo tanto la visión al color, para el presente trabajo, este descubrimiento fue muy importante debido a que en la mujer se presentan cambios hormonales en un mismo mes, correlacionándose con las modificaciones de estrógenos en la retina.

En el presente trabajo se realizaron pruebas de visión al color en mujeres, siendo estas casos adecuados de valoración puesto que son una muestra medible ya que el ciclo menstrual consta generalmente de 28 días, lo cual es una guía para saber en qué tipo de concentración de estrógenos se encuentra dependiendo del día del ciclo en el que se encuentre.

## CONCLUSIONES.

El color azul, en 450 nm, en OD, el día 1 la percepción se recorre (-1.7 nm) y el día 15 (-4 nm) y en OI el día 1 se recorre (-3 nm) y el día 15 (-2 nm). En ambos días, la percepción del color azul es más oscura.

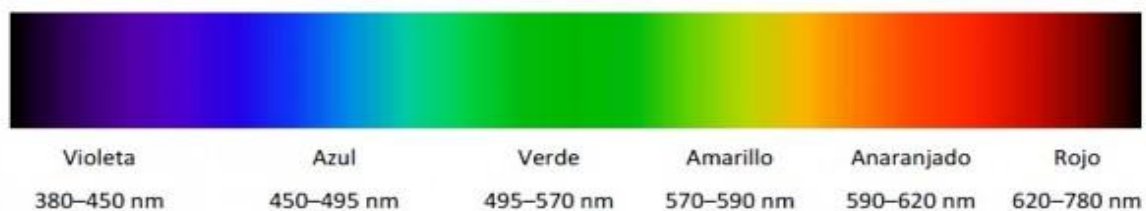
Con respecto al color verde, en 510 nm, en OD, el día 1 la percepción se recorre (+8.5 nm) y en el día 15 (+4.5 nm) y en OI el día 1 y 15 se recorre (+8 nm). En ambos días, la percepción del color verde es más oscura. La diferencia es más grande debido a que el espectro del verde es el más grande de la gama.

En el color amarillo no se aprecia diferencia en la percepción con respecto al control, sin embargo lo que se logra apreciar es positivo, por lo tanto esta pequeña diferencia en nanómetros hace que se perciba más oscuro.

Con respecto al color rojo, en 670 nm, en OD, el día 1 la percepción se recorre (-2 nm) y en el día 15 (+1 nm) y en OI el día 1 se recorre (-5.5 nm) y el día 15 se recorre (+1 nm). En el día 15 la percepción del color rojo es más oscura. A mayor pureza del rojo más se acerca la percepción al control.

Como conclusión, el color rojo es el único en la longitud 670 nm que en ambos ojos muestra una diferencia entre el día de menor concentración de estrógenos (día 1) (percibiendo un rojo más claro) con respecto al día con mayor concentración de estrógenos (día 15) (percibiendo un rojo más oscuro).

Los resultados obtenidos en D15 Desaturado muestran la percepción del rojo más oscuro como en el software, sin haber modificación en los demás colores, ni apreciarse modificación alguna en D 15 saturado.



**Figura 17.** Representación del espectro de luz visible. (Tomado de Óptica por la cara, efectos nocivos luz retina 05-08-2019)



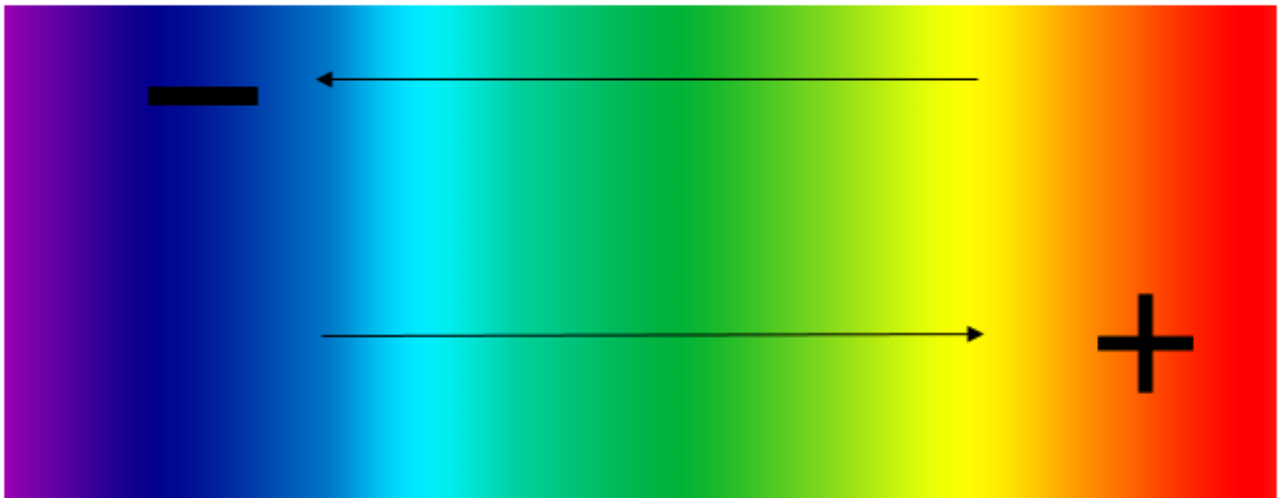
El software de medición de Longitud de onda, muestra 12 recuadros con diferentes longitudes de onda, estos a su vez divididos en 4 grupos, 3 recuadros por grupos, mostrando los colores en el siguiente orden: azul, verde, amarillo y rojo. Cada uno de estos grupos se recorre en el día 15 del ciclo menstrual (día de estrógenos elevados) en diferentes direcciones.

Azul: ← (-)

Verde: → (+)

Amarillo: → (+)

Rojo: → (+)



**Figura 18.** Representación del espectro de luz visible. (Tomado de Óptica por la cara, efectos nocivos luz retina 05-08-2019)

En el día con mayor concentración de estrógenos en el cuerpo de la mujer, se perciben los colores más oscuros, a pesar de que el azul se mueve de manera negativa dentro de espectro, significa que se vuelve más oscuro ya que se acerca a los violetas, por el contrario el color verde de 510 nm se recorre hacia el lado positivo, es decir se percibe más oscuro por moverse hacia el verde más puro, en el amarillo a pesar que se separa muy poco del control, se mueve de manera positiva acercándose así a los naranjas (rojo) también percibiéndose más oscuro,

de la misma forma el rojo se recorre hacia el lado positivo, (rojo puro), apreciándose de igual manera más oscuro.

La longitud de cada color dentro del espectro visible es de diferente tamaño por lo tanto los valores mostrados son diferentes uno del otro, entre más grande es la longitud de onda de un color mayor es el rango que se va a alejar del control y por lo tanto entre menor sea el tamaño de la longitud de onda menor será la diferencia con el control.

Con respecto al párrafo anterior, se hace mención que el menor rango en el espectro lo tiene el color amarillo y el mayor es el color verde.

## REFERENCIAS

1. Arenas, M. C., Puigcerver, A. Diferencias entre hombres y mujeres en los trastornos de ansiedad: una aproximación psicobiológica. *Escritos de Psicología (Internet)*. 2009;3(1):20-29.
2. Baltazar J G, Figueroa-Perea J G. Práctica anticonceptiva en adolescentes y jóvenes del área metropolitana de la ciudad de México. *Salud Pública de México*, 1992; Vol 34:413-426.
3. Correa V, Estupiñán L, García Z, Jiménez O, Prada L F, Rojas A, et al. Percepción visual del rango de color: diferencias entre género y edad. *Revista Med*, 2007; 15(1).
4. Gómez A, Romero C, TAMAYO, M. Respuesta inmune frente a antígenos de retina en pacientes con retinitis pigmentosa y síndrome de Usher. *Universitas Médica*, 2009; 50(1).
5. Jiménez A, Jiménez C. Cambios en la película lagrimal con el uso de lentes de contacto y tratamiento anticonceptivo. 2017.
6. Arrate M M, Linares M D J, Molina V, Sánchez N, Arias M M. Efectos secundarios de los anticonceptivos hormonales en usuarias del método asistentes a las consultas de planificación familiar. *Medisan*, 2013; Vol17; 415-425.
7. López-Barajas B, Grau J, Medina D, García J, Medina M, Puche J. Retinopatía asociada al cáncer: Fotofobia intensa en paciente con cáncer de mama metastásico. *Revista de Oncología*, 6(4), 242-244. 2004.
8. Matzumura J, Sotomayor J, Gutiérrez H. Cambios oftalmológicos durante el embarazo. *Revista Peruana de Obstetricia y Enfermería*. 2010.
9. Vargas J G, García P E, Cruz H A, Fontecha J A B, Sandoval L C C, Tejada L C M. et al. Detección de alteraciones neurotoxicológicas mediante pruebas de visión cromática en pacientes consumidores de nicotina. *Revista TEORÍA Y PRAXIS INVESTIGATIVA*. 2008; Vol. 3(2).

10. Carvajal, Garcia, Gomez, Conrado. Exposición ocupacional a solventes orgánicos y alteraciones en la visión al color en trabajadores de una empresa de hidrocarburos. Actualidad Enfermería, 2004.
11. Kanski, J, de la Colina J, Lagunas J. Oftalmología clínica. Madrid: Harcourt. 2000.
12. Benítez JJ. Teorías de la percepción visual y aristotelismo entre los siglos XV y XVII: una aproximación. ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete. 2011; N° 26:139-152.
13. Rodríguez M P A, García, D T. Las teorías de la percepción visual y el problema del movimiento ocular. Revista de historia de la psicología. Junio septiembre 2009; Vol. 30:11-20.
14. Regillo C, Retina y vítreo. Curso de ciencias básicas y clínicas. Editorial ELSEVIER. España. 2008; Edición 12:8-17.
15. Rajesh K, Berndt E. Desarrollo y estructura de la retina. Adler fisiología del ojo: aplicación clínica / ed. lit. Paul L. Kaufman, Albert Alm. - 10ª ed. Madrid: Elsevier, 2004. - p. 319-347
16. Curcio CA. Et al: Human photoreceptor topography, J Comp Neurol 292:497, 1990.
17. García RM, Ramos O, Martínez D. Procesos de la visión. Fundamentos morfofisiológicos. Universidad Nacional Autónoma de México. Estado de México, México. 2014.
18. Carter-Dawson et al: Structural and biochemical changes in vitamin A-deficient rat retinas, Invest Ophthalmol Vis Sci 18:437, 1979.
19. Schiller Ph, Malpeli JG: Properties and tectal projections of monkey retinal ganglion cells; J Neurophysiol 40:428,1977.
20. Bruce E, Sensación y percepción. 8va ed. México: Cengage Learning; 2011
21. Villalobos D. Modelo tricromático de la composición de la luz, no solo del color. e-Gnosis, 16(1); 2018
22. Young T, Phil T. Bakerian lecture: Experiments and calculations relative to physical optics. Trans. R. Soc. Lond. 94, pag 96-101; 1804

23. Young T, Phil T. The bakerian lecture: On the theory of light and colours. Trans. R. Soc. Lond. 92, pag 12-48; 1802
24. Hubel, David. Eye, Brain And Vision. New York: W H, 1998.
25. Valenzuela M G, Anomalías en la visión al color. Editorial ITTAKUS: España; 2008
26. Gómez M. NTP 352: Neurotoxicidad: estudio de la visión cromática.
27. Kuri P, González F, Hoy J, Cortés M. Epidemiología del tabaquismo en México. salud pública de méxico, 48, s91-s98; 2006.
28. Bolet M, Socarrás M. El alcoholismo, consecuencias y prevención. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, 22(1); 2003
29. Bolaños D A. Evaluación de la visión cromática en trabajadores de la industria textil expuestos a solventes orgánicos. Maestría en Ciencias de la Visión. Universidad de La Salle 2018.
30. OMS [<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs334/es/>] Organización Mundial de la Salud; México septiembre 2013.
31. Serrano P, Benítez C, Mendiola L. Sensopercepción del color. Revista Mexicana de Oftalmología, 82(2), 101-110; 2010
32. Schiffman HR. La percepción del color. 1933, pp. 235-255
33. Coren S, Ward LM, Enns JT. Color. Sensación y Percepción, pp. 123-153.
34. Kolb, Bryan. Bain and Behavior . New York : WORTH PUBLISHERS, 2000.
35. Pardo P J, Tesis de licenciatura de la Universidad de Extrema Dura Facultad de ciencias Departamento de Física, realización y validación de un programa informativo para la detección de deficiencias en la visión de los colores. España; 2000
36. Valera MM Ortega X, Bernal J, Software de percepción cromática (PERCEP CROM). 03-2017022114115000-01. México D. F. 28 de febrero 2017.
37. Zanin L, Paez A, Correa C, De Bortoli M. Ciclo menstrual: sintomatología y regularidad del estilo de vida diario. Fundamentos en Humanidades, 2011; 12(24).

38. Matorras R, Hernández J, Molero D. Tratado de reproducción humana para Enfermería. Sociedad Española de Fertilidad. Editorial Médica Panamericana. Madrid España 2008.
39. Aron C, Mechanism of control of the reproductive function by olfactory stimuli in female mammals. *Physiological reviews*. 59:229-284, 1979.
40. Dallenbach-Hellweg G. Histología patológica en diagnóstico e investigación. Endometrio. Salvat Editores. Barcelona España 1985.
41. Cesar B, Ciclo menstrual DR: curso de post grado en salud reproductiva [Presentación PPT] Rosario, 2014.
42. Charlton D. Climaterio y menopausia, una mirada de género. *Revista de Ciencias Sociales (Cr)*, 4, 102, 2003.

## Apéndice.

### Apéndice 1 Representación del instrumento utilizado.

Nombre:  
Grupo:  
Edad:  
Teléfono:

Subraya el inciso correcto.

¿Cómo es tu ciclo menstrual?

c) Regular b) Irregular

¿Usas anticonceptivos hormonales?

c) Si b) No

¿Padeces alguna enfermedad sistémica o autoinmune?

c) Si b) No

¿Fumas más de 2 cigarrillos al día?

c) Si b) No

¿Tomas bebidas alcohólicas más de 4 veces a la semana?

c) Si b) No

### Apéndice 2. Representación de la carta de consentimiento utilizada para el proyecto.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA  
CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



Yo \_\_\_\_\_ declaro libre y voluntariamente que se me ha explicado la conveniencia de participar en el estudio de **COMO AFECTA LA PERCEPCION AL COLOR LOS CAMBIOS HORMONALES EN LAS MUJERES JOVENES** que se realizara en la Clínica de Optometría; por la Pasante **Lizbeth Alejandra Espino Alvarado**, supervisada por la **Dra. Myrna Miriam Valera Mota** adscrita a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, cuyos objetivos consiste en:

- Responder un cuestionario con datos personales.
- Evaluar la discriminación tricromata de los pacientes con un Software de percepción al color en computadora, D-15 y D-15 desaturado, en dos etapas.

Estoy consciente de que los procedimientos y pruebas, para lograr los objetivos mencionados consistirán en una evaluación visual que no tardará más de 20 minutos; y que no existirá ningún riesgo para mí. Entiendo que del presente estudio se derivaran los siguientes beneficios:

- Diagnosticar anomalías de la percepción visual cromática en las diferentes etapas hormonales.

Sé que se me explicará el resultado de la prueba y puedo solicitar información adicional acerca de los riesgos y beneficios de mi participación en el estudio. Seré libre de retirarme del estudio en el momento que así lo desee.

Los Reyes Iztacala, 2018

**Anexo.**

**Anexo 1.** Representación de la carta del Comité de Ética.





## Anexo 2. Representación de Registro Público del Software.

**CERTIFICADO**

**Registro Público del Derecho de Autor**

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169, 209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

**AUTORES:** ORTEGA OCHOA XICOTENCATL  
BERNAL HERNANDEZ JORGE  
VALERA MOTA MYRNA MIRIAM

**TITULO:** SOFTWARE DE PERCEPCION CROMATICA (PERCEP CROM)

**RAMA:** PROGRAMAS DE COMPUTACION

**TITULARES:** ORTEGA OCHOA XICOTENCATL  
BERNAL HERNANDEZ JORGE  
VALERA MOTA MYRNA MIRIAM

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y datos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

Con fundamento en los artículos 2, 208, 209 fracción III y 211 de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 64, 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I y 9 del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, se expide el presente certificado.

---

**Número de Registro:** 03-2017-022114115000-01

---

México D.F., a 28 de febrero de 2017

EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

JESUS PARETS GOMEZ

  
SECRETARÍA DE CULTURA  
INSTITUTO NACIONAL DEL DERECHO DE AUTOR  
REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR