

**FIRMAS ESPECTRALES DE FOTOTIPOS CUTÁNEOS DE HABITANTES  
DE VENEZUELA. VALENCIA-ESTADO CARABOBO-VENEZUELA. 2015.**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
POSTGRADO DE DERMATOLOGÍA  
CIUDAD HOSPITALARIA "DR. ENRIQUE TEJERA"



**FIRMAS ESPECTRALES DE FOTOTIPOS CUTÁNEOS DE HABITANTES  
DE VENEZUELA. VALENCIA-ESTADO CARABOBO-VENEZUELA. 2015.**

Autora: Elsa María Pardo de González.

C.I: 15.982.083

Valencia, Septiembre de 2015



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
POSTGRADO DE DERMATOLOGÍA  
CIUDAD HOSPITALARIA "DR. ENRIQUE TEJERA"



**FIRMAS ESPECTRALES DE FOTOTIPOS CUTÁNEOS DE HABITANTES  
DE VENEZUELA. VALENCIA-ESTADO CARABOBO-VENEZUELA. 2015.**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PRESENTADO ANTE LA COMISIÓN DE  
POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE ESPECIALISTA EN DERMATOLOGÍA.

Autora: Elsa María Pardo de González.

Tutor Especialista: Dra. Sandra Vivas T.

Tutor Especialista: Dr. Aarón Muñoz.

Tutor Metodológico: Dra. Emma Martín.

Valencia, Septiembre de 2015



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
POSTGRADO DE DERMATOLOGÍA  
CIUDAD HOSPITALARIA “DR. ENRIQUE TEJERA”



### AVAL DEL TUTOR

Dando cumplimiento a lo establecido en el Reglamento de Estudios del Postgrado de la Universidad de Carabobo en su Artículo 133, quien suscribe: Sandra Vivas Toro, Médico Internista, Dermatólogo, titular de la Cédula de identidad N°: V.- 9.633.364, en mi carácter de tutora del Trabajo de Especialización Titulado: **FIRMAS ESPECTRALES DE FOTOTIPOS CUTÁNEOS DE HABITANTES DE VENEZUELA. VALENCIA-ESTADO CARABOBO-VENEZUELA. 2015.** Presentado por la ciudadana: **Elsa María Pardo de González**, Titular de la Cédula de Identidad N°: V.- **15.982.083**, para optar al Título de Especialista en Dermatología, hago constar que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se le designe.

En Valencia, Septiembre de 2015

**Sandra Vivas Toro**  
**C.I. N°: V.- 9 633 364**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
POSTGRADO DE DERMATOLOGÍA  
CIUDAD HOSPITALARIA "DR. ENRIQUE TEJERA"



### **AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO**

Dando cumplimiento a lo establecido en el Reglamento de Estudios del Postgrado de la Universidad de Carabobo en su Artículo 133, quien suscribe: Dra. Emma Martín, Médico Cirujano, titular de la Cédula de Identidad N°: 3.893.201, en mi carácter de tutor metodológico del Trabajo de Especialización Titulado: **FIRMAS ESPECTRALES DE FOTOTIPOS CUTÁNEOS DE HABITANTES DE VENEZUELA. VALENCIA-ESTADO CARABOBO-VENEZUELA. 2015.** Presentado por la ciudadana: **Elsa María Pardo de González**, Titular de la Cédula de Identidad N°: **V-15.982.083**, para optar al Título de Especialista en Dermatología, hago constar que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se le designe.

En Valencia, Septiembre de 2015

**Emma Martin**

**C.I. N°: V.- 3.893.201**

## DEDICATORIA

A mi DIOS todopoderoso, que siempre ha guiado mis pasos.

A mi Madre Rosa Chirinos, ejemplo fiel de perseverancia, constancia y dedicación para lograr mis metas.

A mi Esposo Jesús González, por brindarme su apoyo incondicional: Cielo TE AMO.

A mi Bebé hermosa Susej del Valle, razón constante de todo mi esfuerzo.

A mi Dr. Carlos González Cintra, por hacer posible obtener mi primer título durante el postgrado: El ser Madre.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de Carabobo por el Programa de Formación de Postgrado y a la Ciudad Hospitalaria “Dr. Enrique Tejera” por permitir mi formación profesional.

Al Centro de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas de la Universidad de Carabobo (CIMBUC), por la colaboración de cada uno de sus miembros en el desarrollo de esta investigación.

A la Dra. Sandra Vivas, quien ha sido mi maestra, guía y ejemplo de constancia para lograr mi crecimiento profesional y personal.

A la Dra. Marcia Endara, por darme la mano y ayudarme en este camino recorrido sin olvidar el componente familiar.

A mis Amigas y Residentes del Postgrado: Clara, Iriana, Annya, María Mercedes, Andreína, Yarlene, Bojana e Irene; quienes me enseñaron lo valioso de la amistad y formaron parte importante en la ejecución de esta tesis.

Al Dr. Aarón Muñoz, por su paciencia al enseñarme a navegar en la piel conociendo la Óptica Biomédica.

A mis Profesores de Postgrado, quienes han puesto un grano de arena en mi construcción como profesional.

Al Sr. Francisco Ochoa, miembro importante del Servicio de Dermatología, por estar siempre dispuesto a colaborar en el desarrollo de nuestras actividades.

A la Dra. Zoraida Núñez, por velar por mi integridad física y emocional durante mi embarazo en el Postgrado y ayudarme a llevarlo a feliz término.

A todos aquellos que estuvieron allí para escuchar y compartir cada uno de estos días inolvidables...

**A todos ustedes**

**¡Muchísimas gracias!..**

Elsa Pardo

## INDICE GENERAL

Dedicatoria	vi
Agradecimientos	vii
Índice General	viii
Índice de tablas y gráficos	ix
Resumen	x
Abstract	xi
Introducción	1
Significado del estudio	5
Fundamentación y viabilidad de la investigación	5
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	7
Metodología	8
Resultados	10
Discusión de los resultados	21
Conclusiones	24
Recomendaciones	25
Referencias bibliográficas	26
Anexos A	30
Anexo B	31
Anexo C	32

## INDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

1. Distribución de la población según sexo. Firma espectral de fototipos cutáneos en habitantes de Venezuela. Valencia - Carabobo. 2015.	10
2. Distribución de la población según edad. Firma espectral de fototipos cutáneos en habitantes de Venezuela. Valencia - Carabobo. 2015.	11
3. Distribución de los pacientes estudiados de acuerdo a Fototipos Cutáneos según Fitzpatrick. 2013-2015.	11
4. Curvas espectrales de 23 personas fototipos cutáneos I. 2013-2015.	13
5. Curvas espectrales de 30 personas fototipos cutáneos II. 2013- 2015.	14
6. Curvas espectrales de 30 personas fototipos cutáneos III. 2013-2015.	15
7. Curvas espectrales de 30 personas fototipos cutáneos IV. 2013- 2015.	16
8. Curvas espectrales de 30 personas fototipos cutáneos V. 2013- 2015.	17
9. Curvas espectrales de 30 personas fototipos cutáneos VI. 2013- 2015.	18
10. Promedio curvas espectrales de Fototipos Cutáneos. 2013-2015.	19
11. Fototipo cutáneo según la escala de Fitzpatrick y con Máquina de Soporte Vectorial. 2015.	20

# **FIRMAS ESPECTRALES DE FOTOTIPOS CUTÁNEOS DE HABITANTES DE VENEZUELA. VALENCIA-ESTADO CARABOBO-VENEZUELA. 2015.**

**Autora:** Elsa María Pardo de González.

**Tutora:** Dra. Sandra Vivas T.

## **RESUMEN**

El color de la piel es una característica fenotípica de distinción de los grupos étnicos. Está relacionada con el tamaño de los melanosomas y el tipo de melanina. La melanina es un compuesto que absorbe luz y radiación electromagnética y esta variable puede ser medida por técnicas ópticas no invasivas como la espectrofotometría de reflexión difusa. **Objetivo:** Establecer la firma espectral del Fototipo Cutáneo mediante curvas espectrales con el uso del Espectrofotómetro de Reflexión Difusa en habitantes de Venezuela. **Materiales y Métodos:** Se realizó un estudio descriptivo de tipo preliminar o exploratorio, de diseño transversal. La población y muestra estuvo constituida por 1.000 pacientes adultos, habitantes de Venezuela, que acudieron a la consulta del Servicio de Dermatología, Ciudad Hospitalaria “Dr. Enrique Tejera”, en el período comprendido Febrero 2015-Agosto 2015. Las variables estudiadas fueron: Fototipo Cutáneo, reflectancia, comportamiento de sus curvas y coordenadas cromáticas. **Resultados:** Se observó una relación inversamente proporcional entre la reflectancia y el fototipo cutáneo. El comportamiento de las curvas demostró homogeneidad en cada fototipo. **Conclusión:** La firma espectral de los habitantes de Venezuela incluidos en el estudio pertenece, en su mayoría, a los fototipos cutáneos III y IV. Se recomienda realizar mediciones espectrales en mayor población para determinar sensibilidad y especificidad de la técnica.

**Palabras claves:** Fototipo cutáneo, reflectancia cutánea, color de la piel, coordenadas cromáticas.

# **SPECTRAL SIGNATURES OF SKIN PHOTOTYPES IN INHABITANTS OF VENEZUELA. VALENCIA-ESTADO CARABOBO-VENEZUELA. 2015**

**Author:** Elsa María Pardo de González

**Tutor:** Dra. Sandra Vivas T.

## **Abstract**

The color of the skin is a characteristic phenotypic of distinction of the ethnic groups. It is related to the size of the melanosomes and the type of melanin. The melanina is a compound that absorbs light and electromagnetic radiation and this variable can be measured by optical not invasive technologies as the spectrophotometry of diffuse reflection. Objective: To establish the spectral signature of the cutaneous phototype by means of spectral curves with the use of the spectrophotometer of diffuse reflection in the people of Venezuela. Materials and methods: It was realized a study of preliminary or exploratory type, of transverse design. The population and sample was constituted by 1000 adult patients, people of Venezuela, who came to the Service of Dermatology, Hospitable City Doctor Enrique Tejera, in the period understood between February, 2015 and August, 2015. The studied variables were: Cutaneous phototype, reflectance, behavior of his curved and coordinated cromatics. Results: an inversely proportional relation was observed between the reflectance and the cutaneous phototype. The performance of the curves demonstrated homogeneity in every phototype. Conclusion: The spectral signature of the inhabitants of Venezuela included in the study belongs, mostly, to the cutaneous phototypes III and IVth. One recommends to realize spectral measurements in major population to determine sensibility and specificity of the technology.

**KEY WORDS:** Cutaneous phototype, Cutaneous Reflectance, skin color, coordenates chromatics.

## INTRODUCCIÓN

La Espectrofotometría de Reflexión Difusa (ERD) es una técnica no invasiva de acompañamiento diagnóstico que nos permite obtener información de las propiedades ópticas de la piel mediante la utilización de un Espectrofotómetro de Reflexión Difusa. El mismo, está constituido por una fuente de luz que al incidirla sobre la piel es captada por el dispositivo monocromático que la descompone en sus diferentes longitudes de ondas.<sup>1,2</sup>

Al incidir éste haz de luz (longitud medible entre 400 y 700nm) sobre la piel se ponen en manifiesto las propiedades ópticas como Absorción, Esparcimiento, Reflexión y Transmisión, que pueden evidenciarse cuando los elementos que la conforman interaccionan con la luz. El fenómeno de absorción está determinado por los cromóforos: melanina y hemoglobina (oxi-desoxigenada). La melanina es un compuesto que absorbe luz visible y radiación ultravioleta, existe una relación directamente proporcional, a mayor cantidad de melanina mayor absorción de luz. Entre otros elementos responsables de absorción luz se encuentra la hemoglobina quien muestra curvas espectrales distintas si se trata de oxi- o desoxihemoglobina.<sup>2,3</sup>

La siguiente propiedad óptica es el esparcimiento, consiste en el cambio de dirección que tenía la luz inicialmente en el tejido. La luz puede ser esparcida por las fibras de colágeno, vasos sanguíneos y moléculas de la piel. La luz que no es absorbida por los cromóforos ni esparcida por las fibras de colágeno es reflejada nuevamente a la superficie cutánea y esta reflexión trae consigo información objetiva y medible de las estructuras que constituyen las diferentes capas de la piel; esta es la información obtenida con el Espectrofotómetro de Reflexión Difusa.<sup>4,5</sup>

De las propiedades ópticas de la piel, el fenómeno de la absorción de luz por la melanina es el más importante, porque es el elemento responsable de la pigmentación cutánea y por lo tanto determinará el fototipo cutáneo. La pigmentación visible de la piel depende fundamentalmente de la función de los melanocitos, ubicados en el estrato basal de la epidermis, y poseen en su interior orgánulos unidos a una membrana denominados melanosomas. Dentro de los melanosomas se sintetizan dos tipos de melanina: eumelanina y feomelanina (derivados indol de DOPA y formados a través procesos de oxidación). La eumelanina es oscura, marrón-negra e insoluble mientras que la feomelanina es clara, rojo-amarilla contiene azufre y es soluble.<sup>6,7</sup>

Ahora bien, en el microambiente del melanocito se lleva a cabo el proceso de maduración de los melanosomas caracterizado por experimentar cuatro estadios. Se considera que los melanosomas estadio I se desarrollan a partir retículo endoplasmático de los melanocitos, contienen proteínas melanosómicas PMEL 17 y MART-1, después se incorpora la Proteína Tirosinasa 1 y maduran a melanosoma II. Cuando la tirosinasa se activa comienza la acumulación de melanina y se transforma a melanosoma III. Los melanosomas se vuelven más oscuros a medida que se produce biosíntesis de melanina y llegan al estadio IV<sup>7,10</sup>. Posteriormente son transferidos a través de los microtúbulos de las prolongaciones dendríticas de los melanocitos a los queratinocitos adyacentes, mecanismo controlado por dos clases de proteínas motoras (Cinesinas y Dineínas citoplasmáticas).<sup>5-8</sup>

Los melanocitos responden a estímulos inducidos por hormonas peptídicas como la hormona estimulante de los melanocitos (MSH) alfa o la hormona adenocorticotrópica (ACTH); a través de la proteína G 1 del receptor de melanocortina (MC1R G) acoplada al receptor de melanocortina 1 (MC1R), al ser estimulados se induce la maduración o cambios en el tipo de melanina

como feomelanina o eumelanina. Se ha demostrado que el polimorfismo del gen MC1R son los responsables de los diversos colores de piel y pelo de los distintos grupos étnicos. Por lo tanto es considerado una llave de control en la melanogénesis y pigmentación cutánea.<sup>7,9,10</sup>

En la práctica clínica la evaluación del color de la piel se realiza mediante una escala visual denominada escala de Fitzpatrick;<sup>11</sup> ésta tipifica el color de la piel de acuerdo a la capacidad de eritema y bronceado como fenómeno reaccional en defensa de la exposición a la radiación electromagnética (además de incluir el color del cabello y los ojos).<sup>12</sup> Sin embargo; teniendo en cuenta que la melanina está relacionada con la pigmentación cutánea y al conocer los principios físicos de la piel como la absorción de la luz por la melanina, ésta puede ser estudiada mediante la ERD.<sup>5,7,13</sup> Con el empleo de esta técnica podemos disminuir el grado de subjetividad presente en el análisis visual y así establecer la firma espectral del Fototipo cutáneo en los habitantes de Venezuela. La firma espectral estará determinada por el comportamiento de las curvas obtenidas en los diferentes fototipos de los pacientes que viven en esta población.

Con ésta técnica se pueden obtener curvas espectrales de la medición precisa y objetiva del color de la piel para evitar incertidumbres diagnósticas en la práctica diaria dermatológica debido a la modificación visual de las lesiones elementales por los distintos fototipos. Con la evaluación precisa del Fototipo se puede determinar la etnicidad de los pacientes, imprescindible para conocer el riesgo de padecer dermatosis benignas o malignas. Es considerada una herramienta para evaluar la respuesta de los diferentes tipos de piel para el uso general de procedimientos cosméticos y por lo tanto, se considera una herramienta útil en dermatología cosmética.

Por otra parte, con el advenimiento de avances científicos en nanotecnología, actualmente se ha impulsado la fabricación de piel sintética

que ha sido de gran utilidad en pacientes con quemaduras extensas en quienes no pueden realizarse autoinjertos. Por lo tanto, si podemos obtener en forma objetiva el color de la piel mediante la utilización de la ERD una de sus aplicaciones sería en la obtención del color de piel del paciente que amerite la elaboración y colocación de la piel sintética.<sup>14</sup>

La Espectrofotometría de Reflexión Difusa pudiera ser una técnica útil para el dermatólogo; además de realizar la caracterización de los fototipos cutáneos puede contribuir a futuras investigaciones como el estudio de múltiples lesiones dermatológicas.

Entre los estudios que se han realizado con ésta técnica podemos mencionar; el publicado en 1981 por Rebato E y Besabe J sobre la pigmentación de la piel, iris, cabello y forma de este último, en una muestra de población Vasca constituida por 192 hombres y 150 mujeres. A quienes les realizaron determinación del color de la piel mediante mediciones espectrales en región de antebrazo izquierdo (cara interna) y región frontal. En éste estudio concluyeron que tanto los hombres como las mujeres vascos presentan diferencias significativas en cuanto a la pigmentación del brazo y de la frente, siendo esta última más pigmentada por hallarse más expuesta a la radiación ultravioleta.<sup>15</sup>

Además, en el año 2010, González F et al; publicaron un estudio sobre la determinación de fototipos cutáneos con Espectrofotometría de Reflexión Difusa, en 35 personas de origen hispano en edades comprendidas entre los 18 y 40 años, y observaron distinción clara en personas con fototipo cutáneo I y el índice de melanina; sin embargo, las personas con fototipos cutáneos del II al VI tienen una gran similitud en el índice de melanina obtenido con el ERD; los autores concluyeron que la evaluación clínica del fototipo cutáneo puede ser complementado mediante el uso de ERD.<sup>16</sup>

## **SIGNIFICADO DEL ESTUDIO**

El estudio de las propiedades ópticas de la piel ha despertado el interés de desarrollar técnicas que permiten obtener información en tiempo real de los fenómenos que ocurren en la misma, formando parte de los avances de la ciencia. Como resultado del estudio de las propiedades ópticas de la piel, se ha obtenido información sobre la fisiología, morfología y composición de cada una de sus capas.

Con los avances tecnológicos en el área biomédica se han logrado imitar con precisión la percepción de las diferentes longitudes de ondas del ojo humano con la ventaja que estas son procesadas por instrumentos y así reflejadas en parámetros medibles y reproducibles es sistema matemático, pudiendo hacer objetivo la apreciación de la pigmentación de la piel.

## **FUNDAMENTACION Y VIABILIDAD DEL ESTUDIO**

En las últimas dos décadas se han realizado diversos estudios experimentales y teóricos con la finalidad de explorar la posibilidad de obtener herramientas de diagnóstico óptico para detectar y tratar diferentes enfermedades. En este orden de ideas, mantener la eficiencia en la salud pública ha sido cada vez más difícil, debido a factores como una demanda creciente, escasos recursos y el elevado costo de los mismos; sin embargo, para lograr la sostenibilidad de la salud pública se han desarrollado corrientes como la medicina basada en la evidencia cuyos enunciados se han instaurado en la práctica clínica y en las políticas de salud.

Es viable realizar la firma espectral del fototipo cutáneo porque en el Servicio de dermatología se cuenta con alta afluencia de personas, con diversidad de fototipos a quines se le realizará la evaluación con el empleo de la escala de Fitzpatrick y con el Espectrofotómetro de Reflexión Difusa. Con el apoyo

tecnológico del Centro de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas de la Universidad de Carabobo. El empleo de esta técnica nos permitiría obtener las curvas espectrales de piel sana.

## OBJETIVOS

### **Objetivo General:**

- o Establecer la firma espectral del Fototipo cutáneo mediante curvas espectrales con el uso del Espectrofotómetro de reflexión difusa en habitantes de Venezuela.

### **Objetivos Específicos:**

- o Describir el fototipo cutáneo según Fitzpatrick en los habitantes de Venezuela.
- o Determinar la firma espectral de fototipos cutáneos en habitantes de Venezuela.
- o Contrastar la firma espectral con la escala Fototipo cutáneo según Fitzpatrick en habitantes de Venezuela.

## MARCO METODOLOGICO

Se realizó un estudio descriptivo de tipo preliminar o exploratorio, de diseño transversal con el objeto de documentar los resultados de la técnica de ERD en piel sana.<sup>17</sup>

La población y muestra estuvo constituida por 1000 pacientes adultos, habitantes de Venezuela, que acudieron a la consulta del Servicio de Dermatología, Ciudad Hospitalaria “Dr. Enrique Tejera”, en el periodo comprendido Octubre 2013 - Agosto 2015; quienes aceptaron la inclusión en el estudio (Consentimiento informado). Se excluyeron aquellos pacientes que al examen físico presentaban signos de exposición solar recientes o dermatoheliosis. El tipo de muestra fue no probabilístico circunstancial e incluyó a toda la población.

Con respecto a la técnica de recolección de datos se diseñó un instrumento el cual consta de las siguientes dimensiones: características demográficas (edad, sexo, procedencia); características clínicas (Fototipo cutáneo según Fitzpatrick); diagnóstico dermatológico y mediciones espectrales con el espectrofotómetro de reflexión difusa en cara interna de antebrazo izquierdo, con la determinación de las coordenadas cromáticas respectivas  $L^* a^* b^*$ .

Las mediciones espectrales se realizaron con el Espectrofotómetro de Reflexión Difusa, marca Hunterlab, modelo Mirascan, con esfera integradora de 8 grados, rango espectral de 400 a 700nm y resolución de 10nm. Además posee una fuente de luz blanca y un dispositivo monocromático. Al incidir la luz sobre la piel de la cara interna de antebrazo izquierdo (zona con poca capacidad de bronceado), el dispositivo monocromático descompone la luz en sus diferentes longitudes de ondas. Una vez obtenidos los valores de reflectancia de piel de región interna de antebrazo izquierdo, ésta

información fué transferida a un computador que contiene un software basado en Java que funciona con los sistemas operativos Windows 98/Me/2000/XP, Mac OSX y Linux; quien los tradujo en la curva espectral.

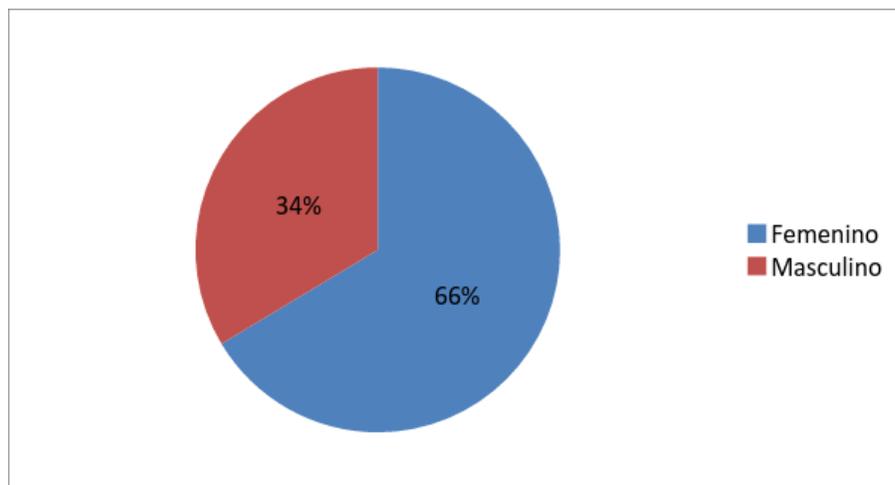
Las curvas espectrales de piel sana muestran dos deflexiones relacionadas con la absorción de hemoglobina entre 400 y 550nm además de una meseta correspondiente a la absorción de luz por la melanina, y se ubica alrededor de los 650nm.

Al realizar todas las mediciones espectrales la base de datos se insertó en el programa Excel y se procedió a realizar un análisis estadístico descriptivo con presentación de tablas y gráficos.

## RESULTADOS

En la presente investigación se establecieron las curvas espectrales de los fototipos cutáneos en 1000 personas procedentes del Estado Carabobo-Venezuela.

**Gráfico 1. Distribución de la población según sexo. Firma espectral de fototipos cutáneos en habitantes de Venezuela. Valencia - Carabobo. 2013-2015.**



**Fuente: Pacientes incluidos en el estudio.**

El sexo femenino predominó en 66,4% sobre el masculino 33,6% (Gráfico 1).

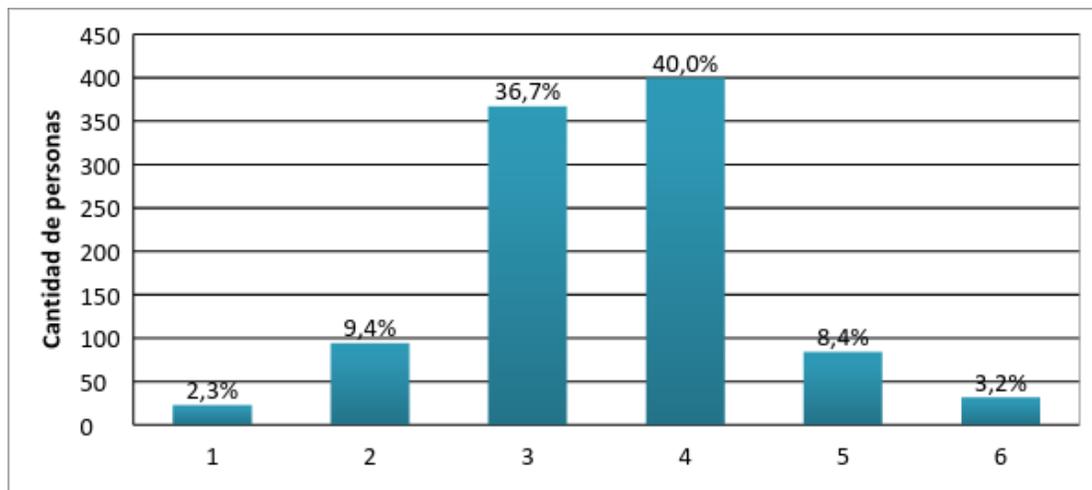
**Tabla 1. Distribución de la población según edad. Firma espectral de fototipos cutáneos en habitantes de Venezuela. Valencia - Carabobo. - 2013-2015.**

Edad (años)	Fr(%)
18-39	68,4
40-64	25,6
Mayor de 65	6
Total	100

**Fuente: Pacientes incluidos en el estudio.**

Predominó la edad entre 18 y 39 años en un 68,4%, seguido de 40 a 64 años en 25,6%. El promedio de edad fue de 33,17 años con desviación estándar de 5,75. (Tabla 1).

**Gráfico 2. Distribución de los pacientes estudiados de acuerdo a Fototipos Cutáneos según Fitzpatrick. 2013-2015.**



**Fuente: Pacientes incluidos en el estudio.**

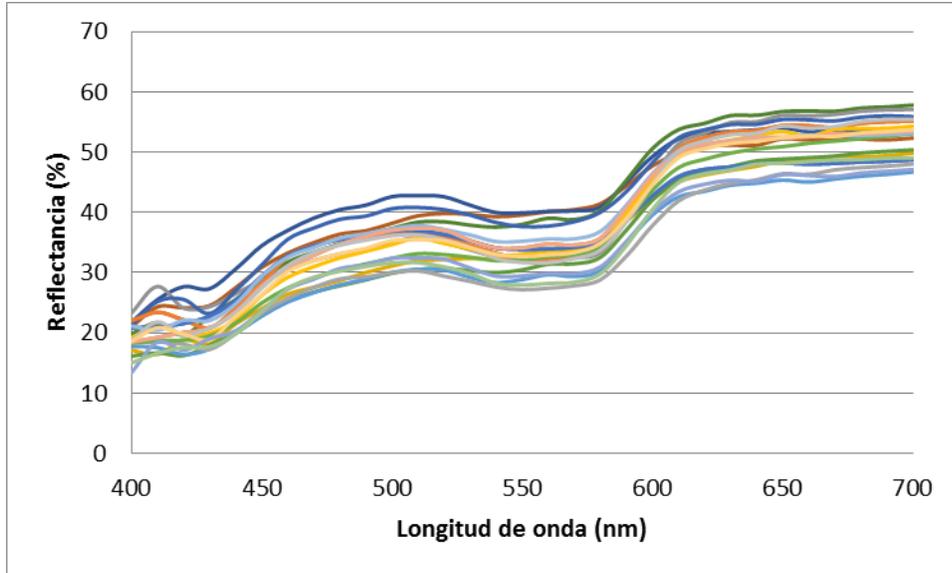
Inicialmente se describió el Fototipo cutáneo según la escala de Fitzpatrick, y se encontró 2,3% fototipo I; 9,4% Fototipo II; 36,7% fototipo III; 40% fototipo IV; 8,4% Fototipo V y 3,2% el Fototipo cutáneo VI. (Gráfico 2).

Posteriormente se determinó la firma espectral de cada Fototipo cutáneo con la utilización del espectrofotómetro de reflexión difusa; y se eligieron treinta (30) curvas espectrales representativas de cada Fototipo cutáneo de acuerdo a la clasificación según Fitzpatrick; con excepción del Fototipo cutáneo I representado por 23 curvas (Gráficos 3-8).

Las curvas espectrales de piel sana obtenidas presentan dos deflexiones entre los 400 y 550nm; además de una meseta ubicada entre 600 y 650nm. Los resultados han sido representados en gráficos que relacionan porcentaje de reflectancia y longitud de onda en el espectro de luz visible.

Además, a partir de las curvas de reflectancia se determinaron las coordenadas cromáticas CIE  $L^*a^*b^*$  (CIELAB), éstas representan el modelo cromático en la descripción del color de la piel, expresado en números absolutos<sup>2</sup>.

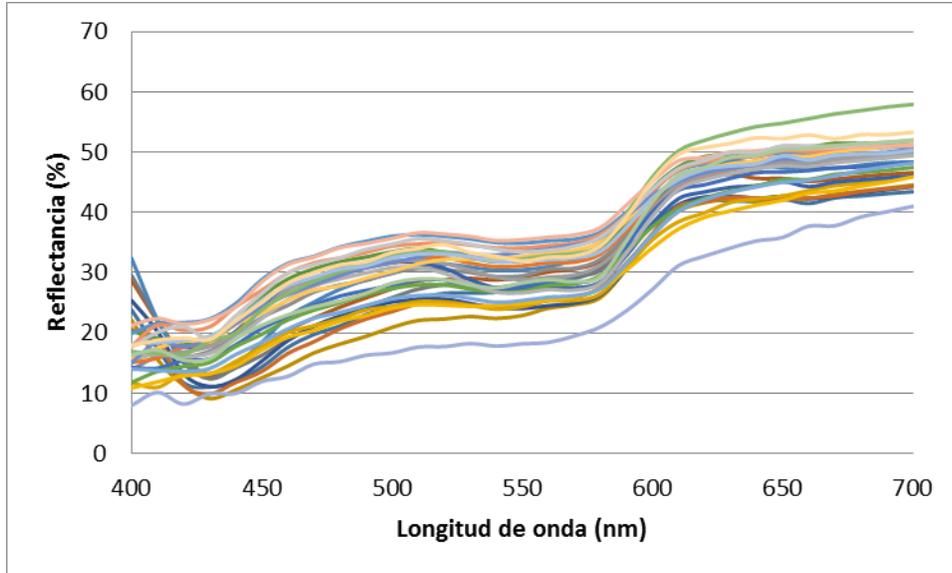
**Gráfico 3. Curvas espectrales de 23 personas fototipos cutáneos I.  
2013-2015.**



**Fuente: Pacientes incluidos en el estudio.**

En el gráfico 3 están representadas las mediciones espectrales de 23 personas Fototipo cutáneo I según la escala de clasificación de Fitzpatrick. El mismo presenta valores de reflectancia alrededor de 20% y 55% en 400 y 600nm respectivamente. Con coordenadas cromáticas de luminosidad (L) mayor a 70.

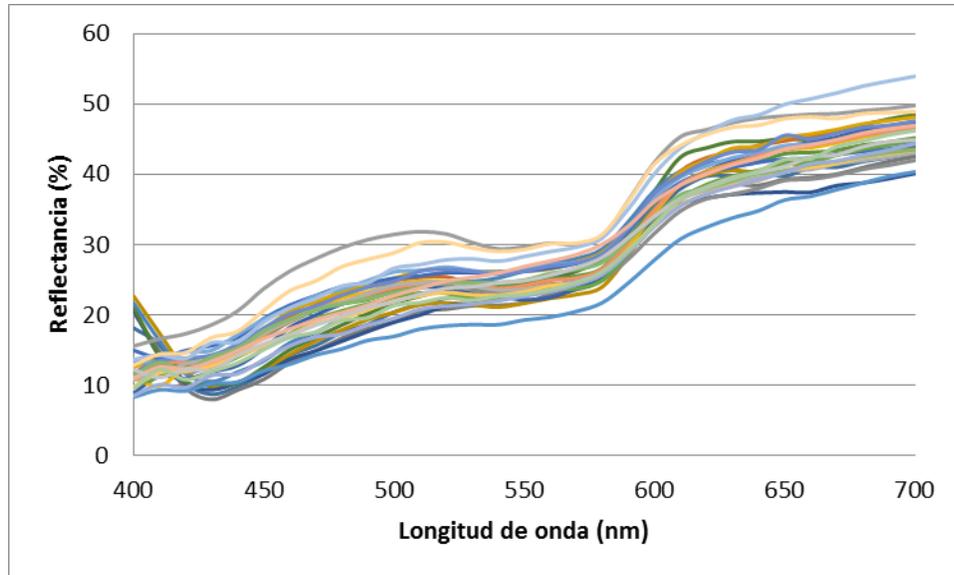
**Gráfico 4. Curvas espectrales de 30 personas fototipos cutáneos II.  
2013-2015.**



**Fuente: Pacientes incluidos en el estudio.**

El valor de la reflectancia en el Fototipo cutáneo II oscila entre 10 y 30% en los 400nm; mientras que en los 600nm se observa reflectancia del 50%. La coordenada cromática L oscila entre 65 y 69. (Gráfico 4).

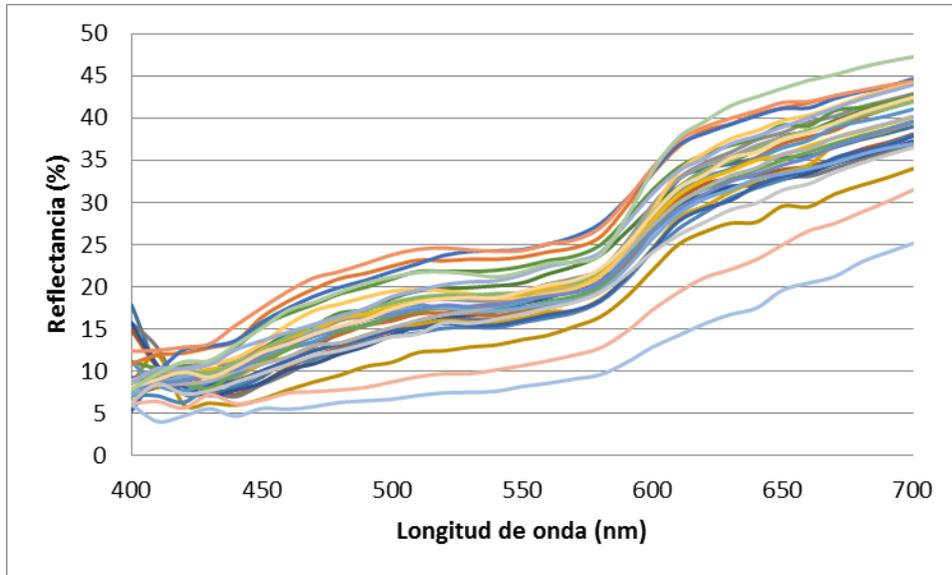
**Gráfico 5. Curvas espectrales de 30 personas fototipos cutáneos III. 2013-2015.**



**Fuente: Pacientes incluidos en el estudio.**

Con respecto al Fototipo cutáneo III el valor de reflectancia se ubica entre 10 y 20% en los 400nm y 45% alrededor de los 600nm. La luminosidad (L) se evidenció entre 58 y 64 (Gráfico 5).

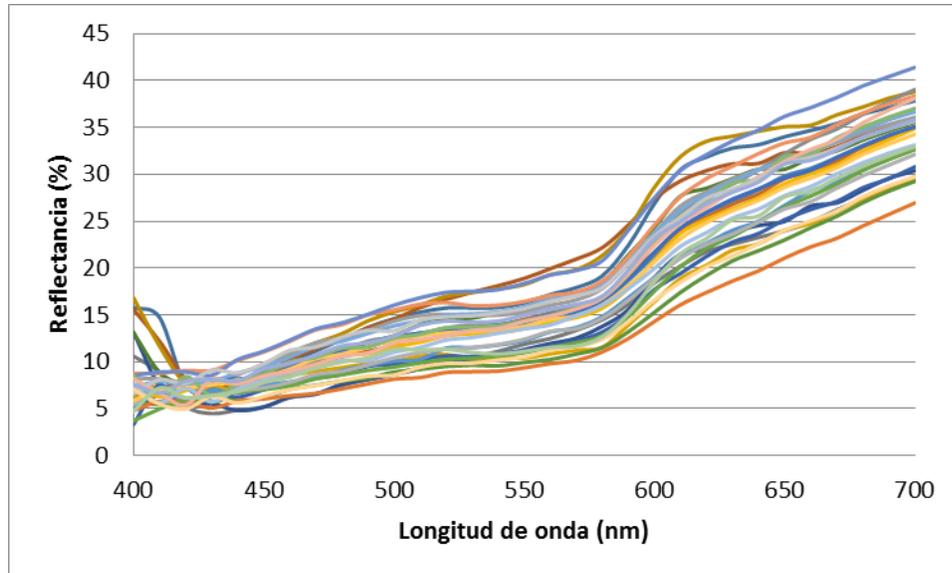
**Gráfico 6. Curvas espectrales de 30 personas fototipos cutáneos IV.  
2013-2015.**



**Fuente: Pacientes incluidos en el estudio.**

El gráfico 6 representa las curvas espectrales del Fototipo cutáneo IV con valor de reflectancia en los 400nm entre 5 y 15%; y en los 600nm entre 35 y 40%. Con valor de luminosidad (L) entre 50 a 57.

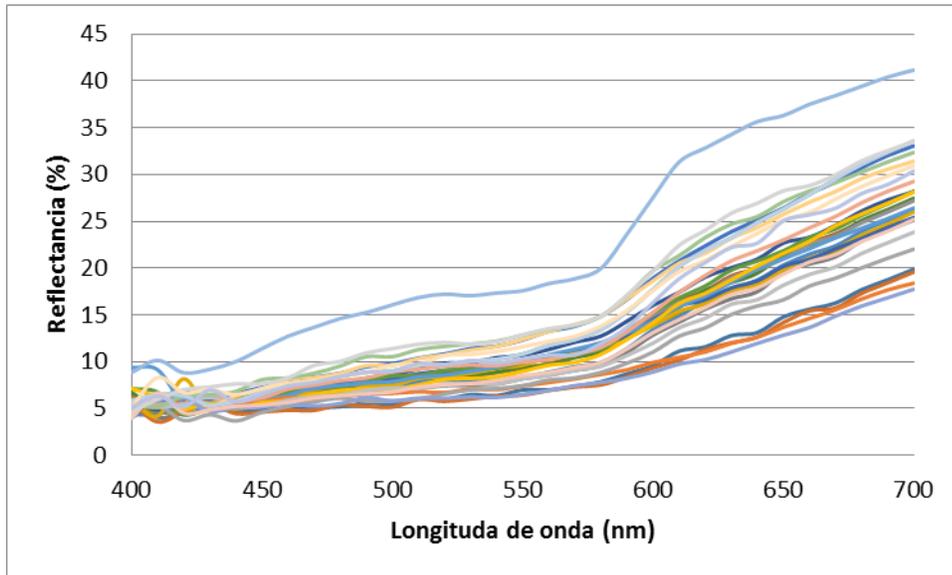
**Gráfico 7. Curvas espectrales de 30 personas fototipos cutáneos V.  
2013-2015.**



**Fuente: Pacientes incluidos en el estudio.**

El Fototipo cutáneo V (Gráfico 7) comienza con valores de reflectancia entre 5 y 15% en los 400nm y la curva se inclina hasta obtener una meseta en los 600nm entre 20 y 30%. Con rango de luminosidad de la piel (L) de 40 a 49.

**Gráfico 8. Curvas espectrales de 30 personas fototipos cutáneos VI.  
2013-2015.**

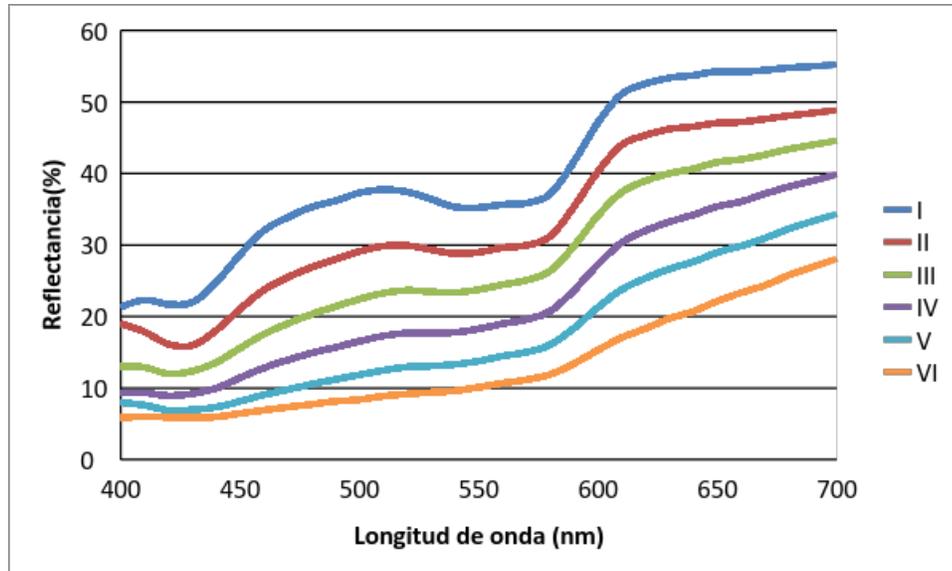


**Fuente: Pacientes incluidos en el estudio.**

El Fototipo cutáneo VI (Gráfico 8) presenta curvas espectrales más cercano al valor de la línea basal. Con valor de reflectancia alrededor del 5% en los 400nm y entre 15 y 20% en los 600nm. Además el valor de la luminosidad de la piel (L) es menor de 40.

Es de hacer notar que en los fototipos cutáneos altos (IV, V y VI) se observan valores de reflectancia en los 400nm que oscilan entre 5 y 10%. A medida que aumenta el Fototipo cutáneo existe menor porcentaje de luz reflejada.

**Gráfico 9. Promedio de curvas espectrales de Fototipos Cutáneos. 2013-2015.**

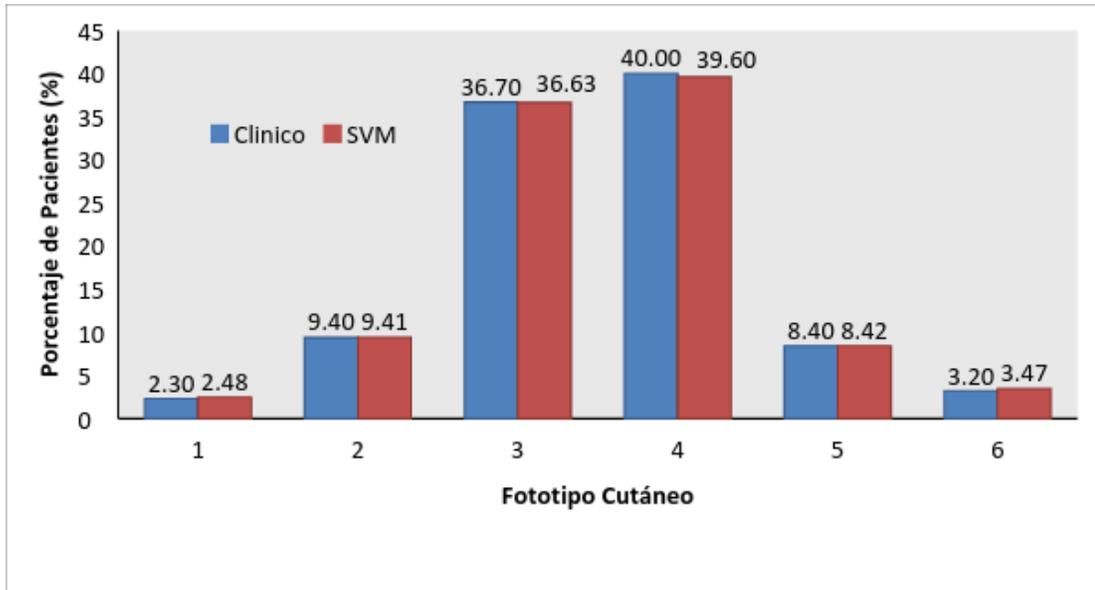


**Fuente: Pacientes incluidos en el estudio.**

En el gráfico 9 se representa el promedio de las curvas espectrales de los fototipos cutáneos. Los fototipos cutáneos I, II, y III poseen mayor reflectancia en el espectro de luz visible, en comparación con los fototipos cutáneos IV, V y VI que tienen menor reflectancia. Existen variaciones en la morfología de las curvas después de los 600nm. En cuanto al comportamiento de las curvas espectrales podemos observar que muestran homogeneidad entre los individuos del mismo Fototipo.

Después de obtener la firma espectral de cada Fototipo cutáneo se ejecutó el sistema de clasificación basado en Máquina de Soporte Vectorial (SVM). Gráfico 10.

**Gráfico 10. Fototipo cutáneo según la escala de Fitzpatrick y con Máquina de Soporte Vectorial. 2014-2015.**



**Fuente: Pacientes incluidos en el estudio.**

A partir de la firma espectral obtenidas anteriormente se procedió a realizar una nueva clasificación. Para ello se utilizó un criterio de clasificación matemático conocido como Máquina de Soporte Vectorial (SMV)<sup>18</sup>, el cual requirió 798 curvas de reflectancia para el entrenamiento y 202 curvas espectrales para probar la clasificación. Esto permitió contrastar la firma espectral con la escala de Fototipo cutáneo según Fitzpatrick (Gráfico 10).

En el gráfico 10 se contrastan dos métodos de clasificación de fototipos cutáneos. El primero mediante la clínica, con la utilización de la escala de Fitzpatrick y el segundo con el empleo del SMV. Por lo tanto la comparación entre los dos métodos es realizado en términos de porcentajes con una correlación Pearson de 0,99998.

## DISCUSIÓN

Las características demográficas de la población estudiada tiene edad promedio de 33,17 años y desviación estándar de 5,75; éste resultado es acorde con el censo poblacional Venezolano del año 2011 (26años)<sup>19</sup>.

Al describir el Fototipo cutáneo con la utilización de la escala visual de Fitzpatrick, se evidenció que la población venezolana estudiada reunían en forma incompleta los criterios de clasificación, generando incertidumbre entre los límites II-III y III-IV. Ejemplo de ello es el color de piel de tez blanca con ojos marrones y color de pelo negro, que al exponerse al sol siempre se quema nunca se broncea, por estas características correspondería al Fototipo cutáneo I. Pero éste difiere del que ha sido descrito por la Escala de Fitzpatrick, representado por Individuos de piel muy clara, ojos azules, pelirrojos y con pecas en la piel.

Estas diferencias clínicas observadas en el examen dermatológico nos reflejan que la Escala de Tipificación de la piel, parece ser que no es la más apropiada para la población Venezolana que se caracteriza por la biodiversidad del color de piel, pelo y ojos. Resultados similares al reportado por Sanclemente y colaboradores en un estudio Colombiano publicado en el año 2008, quienes afirman que la Clasificación de Fitzpatrick no es útil en poblaciones hispanas<sup>20</sup>. Al parecer, es necesario realizar un nuevo sistema de clasificación del color de la piel en dicha población.

Ahora bien, estas diferencias pudieran explicarse también por lo revelado en el estudio demográfico llevado a cabo por el Laboratorio de Genética Humana del Instituto de Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) señalan que los venezolanos son una población fundamentalmente mestiza

con variaciones de una región a otra, y está constituido por 50% de genes amerindios, 40% europeos y 10% negroides<sup>21</sup>.

En cuanto al color de la piel, que es una característica que distingue los distintos grupos étnicos, tal como lo describen en Estados Unidos, Dlugos y colaboradores (año 2012) quienes analizaron el color de la piel en distintos grupos étnicos; veintidos personas incluidos: albinos, caucásicos, hispanos, caribeños y africano americano. Los mismos fueron evaluados mediante parámetros espectrofotométricos y colorimétricos similares al empleado en nuestro estudio. Con reporte de curvas espectrales y coordenadas cromáticas similares en individuos de la misma etnia pero encontraron diferencias entre las distintas etnias estudiadas<sup>22</sup>.

Además, también se han realizado estudios comparativos entre el color de la piel de dos poblaciones pertenecientes a un mismo grupo étnico, tal como el de Cho y colaboradores (julio 2015). Utilizaron la técnica de colorimetría en la evaluación del color de la piel de dos poblaciones asiáticas (Corea y Cantones) encontrando diferencias significativas en cuanto a los parámetros colorimétricos<sup>23</sup>.

En los resultados que obtuvimos en este estudio, el valor de la reflectancia de las curvas espectrales presentan variaciones de acuerdo al Fototipo cutáneo; es decir, a mayor Fototipo cutáneo menor es el porcentaje de luz reflejada. Desde el punto de vista dermatológico, estas diferencias se explican en la ultraestructura de la piel; en la cual se describen células gigantes denominadas melanosomas en cuyo interior se sintetiza la melanina (principal cromóforo de la piel). A mayor cantidad de melanina, mayor será el Fototipo cutáneo. Al analizar nuestros resultado se demostró que existe una relación directamente proporcional entre la absorción de luz y este cromóforo. Y desde el punto de vista óptico éste resultado está relacionado con la Ley de Beer Lambert quien expresa que la absorción de luz en un

medio depende de su tamaño y de los distintos elementos que la constituyen<sup>4</sup>.

Aunque no es un estudio comparable con el nuestro por metodologías distintas; Stamatas y colaboradores en el año 2008 realizaron mediciones de eritema y pigmentación de piel en treinta (30) pacientes con fototipos claro, intermedio y oscuro; con respecto a las curvas espectrales obtenidas de cada Fototipo evaluado son similares a nuestros resultados<sup>24</sup>.

Resulta curioso analizar la coincidencia de incertidumbres (límites II-III y III-IV) que resultaron de contrastar los métodos de la clasificación utilizados (persona-máquina); es así como sugerimos la armonización de la escala de fototipos cutáneos en la población venezolana.

Finalmente, se estableció la firma espectral de los fototipos cutáneos, y está representada por los tipos III y IV según la escala de Fitzpatrick (76,7%). Esta situación es la esperada, porque es una de las variables que marca la pauta en las diferencias significativas encontradas en la evaluación del color de la piel es el mestizaje que caracteriza a la población Venezolana.

## CONCLUSIONES

Existe incertidumbre en la clasificación clínica del fototipo cutáneo.

El comportamiento de las curvas espectrales en la población estudiada presenta dos deflexiones y una meseta similar entre individuos de un mismo Fototipo.

La incertidumbre en la determinación del Fototipo cutáneo está asociada probablemente al mestizaje de la población.

Las curvas espectrales demostradas en cada Fototipo cutáneo, nos ha reflejado que la firma espectral de los habitantes de Venezuela incluidos en estudio, la misma pertenece en su mayoría a las curvas espectrales de los fototipos cutáneos III y IV.

## RECOMENDACIONES

Recomendamos la realización de una escala de evaluación del color de la piel que reúna las características fenotípicas de la población Venezolana con el apoyo del uso de las técnicas ópticas no invasivas como la ERD y colorimetría. Además se sugiere aumentar la población estudiada con el objetivo de disminuir el sesgo epidemiológico de la firma espectral planteada en este trabajo para el estudio de los habitantes de Venezuela.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Angelopoulou E. The Reflectance Spectrum of Human Skin; Technical reports MS CIS-99-29. [Internet]; 1999; 1-5. [Consultado en marzo 2014]. Disponible en: <http://www.repository.upenn.edu>.
2. Orozco E, Iruretagoyena G, Vázquez S, Delgado J, Castro J, Gutierrez F. Métodos de Clasificación para Identificar Lesiones en Piel a partir de Espectros de Reflexión Difusa. *Rev. Ing Biomédica*. [Internet]; 2010; 4: 34-40. [Consultado en marzo 2014]. Disponible en: <http://revistabme.eia.edu.co>.
3. Baranoski G, Krishnaswamy A. Introduction to Light Interaction with Human Skin. Natural phenomena. Simulation Group; School of Computer Science. University of Waterloo, Canadá. 2004; XI (1): 33-44. [Consultado en abril 2014]. Disponible en: <http://www.npsg.uwaterloo.ca/people/gladimir>
4. Zonios G, Bykowski J, Kollias N. Skin Melanin, Hemoglobin, and Light Scattering Properties can be Quantitatively Assessed in vivo Using Diffuse Reflectance Spectroscopy. *Journal of Investigative Dermatology*. [Internet]; 2001; 117: 1452-1457. [Consultado en marzo 2014]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11886508>
5. González F, Martínez M, Muñoz R, Torres B, Moncada B. Diffuse Reflectance Spectrophotometry for Skin Phototype Determination. *Skin Research and Technology*. [Internet]; 2010; 16: 397-400. [Consultado en abril 2015].  
Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21039904>.
6. Narea F, Porras L, Muñoz R, Muñoz A. Diseño de Interfaz Gráfica para Determinar los Índices de Pigmentación y Eritema de la Piel Humana. Memorias Congreso Internacional de Investigación de la Universidad

de Carabobo departamento de Física. Disponible en:  
<http://hdl.handle.net/123456789/124>.

7. Wolff K, Goldsmith L, Stephen K, Gilchrest B, Paller A, Leffell D. Trastornos de los melanocitos. Capítulo 70. Fitzpatrick Dermatología en Medicina General. 7<sup>o</sup> edition. España: Editorial MédicaPanamericana; 2010. 591-608.
8. Bologna J. Biología del melanocito. Capítulo 65. Dermatología. 1<sup>a</sup> Edición. Mosby. 2004. 965-975.
9. Costin G, Hearing V. Human Skin Pigmentation: Melanocytes Modulate Skin Color in Response to Stress. *The FASEB journal*. [Internet]; 2007. Vol 21. 971-994. [Consultado en mayo 2014]. Disponible en: <http://www.fasebj.org/content/21/4/976.short>
10. Cichorek M, Nachulska M, et al. Skin Melanocytes: Biology and Development. *PostepDermAlergol*. 2013. XXX; 1: 30-41. [Consultado en mayo 2014]. Disponible en:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3834696/>
11. Astner S, Anderson R. Skin Phototypes 2003. *The Society for Investigative Dermatology*. [Internet]; Inc. 2004. 122: 30-31. [Consultado en junio 2014]. Disponible en:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15009759>.
12. Sachdeva S. Fitzpatrick skin typing: Applications in dermatology. *Indian J Dermatol Venereol Leprol*. 2009;75:93-6 [Consultado en abril 2014]. Disponible en:  
<http://www.ijdvl.com/text.asp?2009/75/1/93/45238>
13. Torres V; Camacho F; Mihn M; Saber A; Sánchez I. Melanogénesis y diagnóstico clínico de los trastornos de la pigmentación. Capítulo 61. Dermatología práctica Ibero-latinoamericana: Atlas, enfermedades

- sistémicas y terapéutica. Primera edición. 2005. [Consultado en junio 2014].
14. Álvarez J; Flores M; Hernández R; Martínez H; Escamilla C y Rivera G. Una segunda piel: tratamiento con sustitutos dérmicos. *Revista Médica MD*. 2012;4(1):37-41. . [Consultado en febrero 2015]. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revmed/md-2012/md121i.pdf>
  15. González F; Martínez M; Muñoz R; Torres A and Moncada B. Diffuse reflectance spectrophotometry for skin phototype determination. *Skin Research and Technology*. 2010; 16: 397–400. [Consultado en mayo 2014]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21039904>
  16. Rebato E, Basabe J. Estudio de la Pigmentación de la Piel, Iris, Cabello y forma de éste último, en una muestra de población Vasca. *Sociedad de Ciencias de Aranzadi*. 1981; 33 (3-4): 231-244. [Consultado en mayo 2014]. Disponible en: <http://www.aranzadi-zientziak.org/fileadmin/docs/Munibe/1981231244.pdf>
  17. Carnero C. Evaluación de las pruebas diagnósticas. *Rev. Neural*. 2005; 40 (11), 641-643. [Consultado en febrero 2015].
  18. Madzarov G; Gjorgjevikj D; Chorbev I. A multi-class SVM classifier Utilizing Binary Decision Tree. *Informática* 33 (2009). 233-241. Disponible en: <http://www.informatica.si/index.php/informatica/article/view/241>. (Consultado Marzo 2015).
  19. Censo de población y vivienda 2011. Instituto Nacional de estadística. República Bolivariana de Venezuela. 2011.
  20. Sanclemente G, Zapata J, García J, Gaviria A, Gómez L, Barrera M. Lack of correlation between minimal erythema dose and skin phototype in a Colombian scholar population. *Skin Res Technol*. 2008 Nov;14(4):403-9. Disponible en:

[www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18937774](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18937774). (Consultado el 19 de Julio 2015).

21. Curcio, María T. "Venezolanos heredan enfermedades genéticas de sus ancestros indígenas" , Boletín Informativo Semanal, BIS, N° 132, edición 11 de junio 2004. Disponible en: <http://www.ivic.ve/bis/bis132>.
22. Dlugos J, Taylor J. Visible reflectance spectroscopy of human skin: the use of CIE L\* a\* b\* Color analysis for in vivo Ethnic skin characterization. 2012. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S106474061400057>. (Consultado julio 2015).
23. Cho C, Ruan P, Lee E, Ha J. Comparison of skin color between two Asian populations: according to latitude and UV exposure. *J Cosmet Dermatol*. 2015 Mar;14(1):22-6. Disponible en: [www.supernovac.com/db\\_all.html](http://www.supernovac.com/db_all.html). (Consultado Julio 2015).
24. Stamatias G; Zmudzka B; Kolliast N; Beer J. In vivo measurement of skin erythema and pigmentation: new means of implementación of diffuse reflectance spectroscopy with a commercial instrument. *British journal of Dermatology*. 2008. 159, pp 683-690. (Consultado Julio 2015).

## ANEXO A



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
POSTGRADO DE DERMATOLOGÍA  
CIUDAD HOSPITALARIA "DR. ENRIQUE TEJERA"



### FICHA DE RECOLECCION DE DATOS.

FECHA: \_\_\_\_\_

#### I. Datos de Filiación

Nombre y Apellido:

Edad:      Sexo:      Nro de Historia:      Teléfono:

Dirección de habitación:

#### II. Características Clínicas

Fototipo Cutáneo según escala de Fitzpatrick: \_\_\_\_\_

#### III. Diagnóstico Dermatológico

#### IV. Mediciones con Espectrofotómetro de Reflexión Difusa

SITIO DE MEDICIÓN      COORDENADAS CROMÁTICA      L\*      a\*      b\*

Cara interna de antebrazo

## ANEXO B



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



POSTGRADO DE DERMATOLOGÍA

CIUDAD HOSPITALARIA “DR. ENRIQUE TEJERA”

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo \_\_\_\_\_, mayor de edad, civilmente hábil, de este domicilio, titular de la cédula de identidad N°: \_\_\_\_\_, edad: \_\_\_\_; sexo: \_\_\_\_; declaro:

1. He acudido a la Ciudad Hospitalaria Dr. Enrique Tejera, por mi propia voluntad y convicción con motivo de: \_\_\_\_\_; y acepto me realicen procedimientos diagnósticos e indiquen tratamientos.
2. He sido ampliamente informado de participar en un estudio que consiste en exponer un haz de luz visible sobre mi piel, sin causarme daño, con la finalidad de conocer mi color de piel, manchas, lunares o placas que tenga.
3. Acepto me tomen fotos para fines académicos.
4. Con base en la información previamente recibida doy mi consentimiento, ámplio, válido y legítimamente manifestado, para que el médico tratante aplique los procedimientos diagnósticos y/o terapéuticos señalados.
5. Comprendo que puedo salir del estudio en cualquier momento que exprese mi voluntad de hacerlo.

Certifico que he leído y comprendido el consentimiento expresado y los espacios en blanco fueron llenados antes de firmar.

Y yo: \_\_\_\_\_ certifico en este mismo acto que he explicado la naturaleza, propósito, beneficios, alternativas y riesgos del procedimiento propuesto al paciente. Me he ofrecido a contestar las preguntas y de hecho he contestado íntegramente las preguntas formuladas. Creo que el paciente (o representante legal) lo que he explicado y contestado.

\_\_\_\_\_  
Firma del Médico

\_\_\_\_\_  
Firma del paciente

\_\_\_\_\_  
Representante legal

**ANEXO C**

**ICONOGRAFÍA DE FOTOTIPOS CUTÁNEOS**



**FOTOTIPO CUTÁNEO I**



**FOTOTIPO CUTÁNEO II**



**FOTOTIPO CUTÁNEO III**



**FOTOTIPO CUTÁNEO IV**



**FOTOTIPO CUTÁNEO V**



**FOTOTIPO CUTÁNEO VI**