



**ORIGINALES**

# Variaciones Morfométricas de la Córnea Humana: Una propuesta teórico-metodológica para la estimación de la edad con fines forenses en sujetos vivos.

MORPHOMETRIC VARIATIONS OF THE HUMAN CORNEA: A THEORETICAL-METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR ESTIMATING AGE FOR FORENSIC PURPOSES IN LIVING SUBJECTS.

Urdaneta A<sup>1</sup>, Reyes A<sup>2</sup>

1 Antropóloga. Clínica Santiago de León. Departamento de Imágenes.

2 Antropólogo. Doctor en Bioantropología y Salud. Universidad Central de Venezuela.

**RESUMEN:** Se analizan las variaciones morfométricas de una serie de córneas humanas, con el propósito de ofrecer una propuesta teórico-metodológica para la estimación de la edad con fines forenses en sujetos vivos. La muestra fue de tipo intencional y no probabilística, obtenida en 840 ojos (420 sujetos adultos: 283 mujeres y 137 hombres), sin patologías oftalmológicas que afecten el endotelio corneal, con edades comprendidas entre 18 años y 65 años ( $39,97 \pm 12,45$  años). Dichos sujetos fueron evaluados en el Servicio de Oftalmología del Hospital Miguel Pérez Carreño (Caracas, Venezuela). Se evaluaron las variables: Densidad celular media, Hexagonalidad, Paquimetría, y Coeficiente de Variación. No se encontraron diferencias significativas en las variables analizadas al comparar sexo ni lateralidad, en ninguna de las edades. Se confirmó que la densidad celular posee un patrón de disminución progresiva con los años (-1,17% / quinquenio). Se encontró que a mayor edad menor hexagonalidad y mayor coeficiente de variación. Se observaron semejanzas en el grosor corneal entre varones y hembras, con fluctuaciones en los valores con el paso de los años. Se afirma que el comportamiento celular del endotelio de la córnea puede funcionar como un método que oriente la estimación de la edad en sujetos vivos.

**PALABRAS CLAVE:** ENDOTELIO DE LA CÓRNEA, EDAD, DENSIDAD CELULAR, ANTROPOLOGÍA FORENSE.

**ABSTRACT:** The morphometric variations of a series of human corneas are analyzed, with the purpose of offering a theoretical-methodological proposal for age estimation for forensic purposes in living subjects. The sample was purposive and non-probabilistic, obtained in 840 eyes (420 adult subjects: 283 women and 137 men), without ophthalmologic pathologies affecting the corneal endothelium, aged between 18 years and 65 years ( $39.97 \pm 12.45$  years). These subjects were evaluated at the Ophthalmology Department of the Miguel Pérez Carreño Hospital (Caracas, Venezuela). The following variables were evaluated: Mean cell density, Hexagonality, Pachymetry, and Coefficient of Variation. No significant differences were found in the variables analyzed when comparing sex or laterality, in any of the ages. It was confirmed that cell density has a pattern of progressive decrease over the years (-1.17% / five years). It was found that the older the age, the lower the hexagonality and the higher the coefficient of variation. Similarities in corneal thickness were observed between males and females, with fluctuations in values over the years. It is affirmed that the cellular behavior of the corneal endothelium can function as a method to guide the estimation of age in living subjects.

**KEY WORDS:** CORNEAL ENDOTHELIUM, AGE, CELL DENSITY, FORENSIC ANTHROPOLOGY.

**CONTACTO:** Anais Urdaneta. Email: acua220@gmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN.

La Antropología forense es una sub-disciplina de la Antropología física y como parte de ella estudia la diversidad humana a nivel biológico; pero en su vertiente de aplicación utiliza sus conocimientos para encontrar las diferencias, establecer individualidades y, en definitiva, identificar

personas [1]. Así, se encarga de identificar a sujetos vivos o muertos que se encuentran involucrados en hechos legales, entendiendo la identificación el proceso que logra reconstruir “el conjunto de datos básicos que individualizan y diferencian a una persona con respecto a otros individuos y que sirve de fuente de información para su reconocimiento” [2].

VARIACIONES MORFOMÉTRICAS DE LA CÓRNEA HUMANA: UNA PROPUESTA TEÓRICO-METODOLÓGICA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA EDAD CON FINES FORENSES EN SUJETOS VIVOS.

Urdaneta A., Reyes A.

En la individualización preliminar, se aplican fundamentos teóricos que permiten establecer aspectos, tales como la determinación de su filiación racial, sexo, talla, edad cronológica y características particulares, entre otros datos, orientados a confirmar, descartar u orientar la identificación de un sujeto a partir del estudio de sus estructuras anatómicas [3,4]. En Antropología forense se estima la edad cronológica a partir del análisis de la edad biológica, siendo éste uno de los procedimientos que implican más complejidad, en tanto que considera el estado de formación y consolidación de los tejidos, estructuras u órganos. Ese estado, si bien es altamente variable, ya que se encuentra influido por distintos factores, como la nutrición, la actividad física del individuo y el estado de salud-enfermedad, además de las diferencias sexuales y de ancestría, muestra patrones de comportamiento que permiten su sistematización [5].

Los métodos y técnicas que se emplean para estimar la edad, se basan en la evolución del ritmo ontogénico, y se evalúa a través de la observación en el cuerpo de rasgos asociados con el ritmo progresivo de maduración y envejecimiento del organismo [6].

Gran parte de métodos para la estimación de la edad están orientados y establecidos a través del análisis de los huesos, debido a que los mismos son las estructuras anatómicas que por su composición tienen mayor duración en el tiempo, a diferencia de otros tejidos blandos que se descomponen rápidamente luego de que un individuo fallece. Así mismo, estos manifiestan de manera más evidente los procesos de desarrollo y desgaste por los que pasa un individuo en el transcurso de su vida.

No obstante, no solo los huesos cambian, todos los órganos y sistemas del cuerpo van cambiando con el paso del tiempo; pero los patrones de cambio varían dependiendo de las estructuras. Otras estructuras podrían proporcionar información para la estimación de la edad biológica que lleve a la aproximación de la edad cronológica. Algunos autores han manifestado que otros órganos o regiones anatómicas, como por ejemplo, el ojo, podrían proporcionar información que oriente a la estimación de la edad de los sujetos, gracias a que éste está constituido por un conjunto de estructuras celulares que también varían a lo largo de la vida de los sujetos. Una de esas estructuras es la córnea [7].

La córnea está compuesta por el epitelio corneal, el estrato de Bowman, el estroma corneal, capa de Dua, Membrana de Descemet y el endotelio corneal [8]. El endotelio de la córnea es una unidad de células escamosas y hexagonales que regula el fluido que entra a la córnea desde la cámara anterior, el cual con la edad presenta una pérdida de densidad [9]. Dichas células terminan su reproducción con el nacimiento de los individuos y cuando una célula endotelial muere, las

vecinas rellenan el espacio modificando su tamaño y forma [10].

Por consiguiente, el estudio del ojo, específicamente de las células del endotelio de la córnea, podría arrojar información valiosa que aproxime al cálculo de la edad de un individuo, a través de la identificación de su patrón de comportamiento, es decir, conociendo la forma en que se desarrollan o degeneran con el paso del tiempo.

Existen distintos métodos y técnicas para el estudio ocular, no obstante, para el análisis de las células del endotelio de la córnea, la técnica más utilizada es la microscopía especular.

Como se ha explicado, la morfología endotelial cambia con la edad y esto puede visualizarse mediante la microscopía especular a gran aumento y de manera rápida. Se ha observado que, en los niños, las células están estrechamente agrupadas y el citoplasma es pequeño, adoptando un aspecto compacto y hexagonal regular [9]. En cambio, en individuos adultos, se aprecia un aumento del pleomorfismo y una disminución de la densidad celular [9].

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS.

El grupo de estudio (muestra intencional no probabilística), estuvo conformado por 420 sujetos de uno u otro sexo (283 mujeres y 137 hombres; en consecuencia: 840 ojos), sin patologías oftalmológicas que afectaran el endotelio corneal (glaucoma, cataratas, hipertensión ocular, queratocono); con edades comprendidas entre 18 años y 65 años ( $39,97 \pm 12,45$  años). Dichos sujetos fueron evaluados en el Servicio de Oftalmología (Área de la Especialidad de Córneas) del Hospital "Miguel Pérez Carreño" (Caracas, Venezuela. Julio-septiembre, 2018).

Los sujetos se evaluaron mediante microscopía especular, procedimiento no invasivo, rápido y de fácil acceso, que se puede encontrar en muchos centros oftalmológicos. El equipo utilizado fue un microscopio especular marca Tomey EM-3000, fabricado por la compañía Tomey USA, el cual permite la observación y análisis del endotelio de la córnea, a través de un método fotográfico del ojo sin contacto. Posee un rango fotográfico de 0.25mm x 0.54mm, con tres modalidades de medición que son: Automática, Manual 1 y Manual 2; este aparato efectúa capturas en un punto central y en 6 puntos periféricos, con una exactitud de la medición del grosor de la córnea de  $\pm 10 \mu\text{m}$ .

Por otra parte, permite la realización de un análisis automático de la córnea, obteniendo los siguientes datos:

- a) Número de células (cantidad de células analizadas)
- b) DCM (Densidad Celular Media: mide el número de células / mm<sup>2</sup> en el punto medio)
- c) CV (coeficiente de variación del área celular; unidad: %)
- d) Hexa o A6 (Pleomorfismo: mide el porcentaje de hexagonalidad de las células corneales; unidad: %)
- e) Paquimetría (representa el grosor corneal; unidad: μm)
- f) Área (Polimegatismo: Distribución por áreas)
- g) PROM (área celular promedio)
- h) SD (desviación estándar del área celular)
- i) Max (área celular máxima)
- j) Min (área celular mínima)

Para efectos del presente estudio solo se tomaron en cuenta cuatro variables: a) Densidad celular media o en el punto medio (DCM), b) Hexagonalidad, c) Paquimetría, y d) Coeficiente de Variación (CV), medidas en ambos ojos, ya que son unidades que expresan de manera más clara la relación edad-endotelio corneal. Se diseñó una hoja de recolección de datos que contenía, además, los datos personales de cada sujeto (nombres y apellidos, lugar de nacimiento, fecha de nacimiento y sexo). Las mediciones se realizaron en horas de la mañana, posterior a la aprobación del sujeto, mediante la firma del consentimiento informado. Cada sujeto fue evaluado previamente por el equipo de Médicos oftalmólogos del Área (Dra. Beatriz Garrido y Dra. María Claro) con el propósito de verificar que cumplieran con los requisitos de inclusión.

### 2.1. Microscopía especular: procedimiento.

El sujeto a evaluar se ubicó en el lugar de medición del microscopio, colocando la frente y el mentón en la estructura (posador) que impide la movilidad de la cara mientras se toman las medidas. Se realizó la medición de la córnea de ambos ojos (una medida a la vez) en el punto central. El equipo arroja los resultados de las variables estimadas en cada ojo en una pantalla que está ubicada frente al especialista evaluador, discriminados por lateralidad (OD / OI).

Este procedimiento tiene una duración aproximada de 2 min por cada sujeto, al cual se le efectuaron dos mediciones en cada ojo, con el propósito de reducir el margen de error interocular.

### 2.2. Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se utilizó estadística descriptiva básica (promedio y desviación estándar) para las variables densidad celular, hexagonalidad, paquimetría y coeficiente de variación de la córnea. Para el análisis de las diferencias encontradas entre las variables se empleó pruebas de significancia estadísticas (t de student y ANOVA), mientras que la dependencia de las variables cuantitativas se estimó a través del coeficiente de correlación (Pearson). Para todos los casos se consideró significativo un valor de  $p \leq 0,05$ . Para todos los cálculos se empleó el paquete estadístico de análisis de datos SPSS, versión 22 (Statistical Package for the Social Sciences - SPSS).

## 3. RESULTADOS.

### 3.1. Procedencia del grupo en Estudio.

Investigaciones han demostrado que la composición de la córnea puede comportarse de manera diferente dependiendo de la población en la que se realice el estudio [11, 12, 13]. Para controlar este aspecto, en esta investigación solo se trabajó con sujetos venezolanos con ambos padres igualmente nacidos en el país. Más de la mitad de los sujetos estudiados, independientemente de su sexo, indicaron haber nacido en el distrito capital y el estado Miranda (65,47 %), el resto de ellos afirmaron pertenecer a los distintos estados del interior del país (34,53 %).

En cuanto al lugar de procedencia de los padres, se encontró que gran parte de los padres (45,72 %) y de las madres (47,38 %) de los sujetos estudiados provenían del Dtto. Capital y el estado Miranda; el resto de ellos procedían del interior del país.

### 3.2. Caracterización de la muestra según variables morfométricas.

Un primer análisis exploratorio de los datos permitió apreciar que no existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de las variables estudiadas en los ojos de los

sujetos considerando su lateralidad (OD-OI). Con esto, para efectos del análisis, a partir de este momento no se toma en consideración la lateralidad ocular y se unifica la muestra (n=840 ojos).

**3.2.1. Densidad celular.**

La densidad celular representa la cantidad de células existentes en el endotelio de la córnea por milímetro cuadrado

(mm<sup>2</sup>) y se calcula mediante el conteo de las células incluidas en un área de dimensiones conocidas de la córnea (unidad: células/mm<sup>2</sup>)<sup>7</sup>.

Existen tres formas de analizar la variación de la densidad celular, como son: su comportamiento de acuerdo al sexo, a la lateralidad del ojo y a la edad del individuo. Con relación al sexo en la siguiente tabla se puede observar que, en este estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al contrastar los valores de densidad celular entre varones y hembras en todos los intervalos de edad.

Tabla 1.- Estadística descriptiva de densidad celular según grupos de edad y sexo.

Edad	Masculino					Femenino					P
	N	x	SD	Mín.	Máx.	n	x	SD	Mín.	Máx.	
18-19	10	2761,9	251,92	2394	3085	18	2921,56	116,36	2693	3111	0,084
20-24	28	2814,71	340,33	2280	3572	32	2783,38	274,13	2236	3338	0,694
25-29	46	2793,33	184,97	2118	3305	72	2829,56	286,41	2118	3956	0,405
30-34	50	2733,31	188,23	2352	3221	70	2701,37	256,81	2189	3965	0,457
35-39	30	2625,62	201,03	2245	2974	70	2693,2	252,54	2148	3264	0,197
40-44	22	2612,41	218,96	2200	2910	78	2709,59	212,52	2342	3226	0,063
45-49	26	2686,69	208,72	2314	3179	68	2609,85	201,88	2245	2984	0,105
50-54	28	2591,14	169,65	2289	2924	54	2594,35	286,81	1956	3211	0,95
55-59	22	2561,45	292,08	2002	3100	60	2604,82	224,5	1859	3075	0,478
60-65	12	2465,92	394,68	1652	2883	44	2604,36	292,73	1902	3267	0,184

Datos propios de la investigación.

Como se indicó unos párrafos atrás, no se encontraron diferencias significativas en esta variable considerando la lateralidad ocular, así como lo han observado otros estudios [14, 15, 16]. Una tercera forma de análisis contempla las variaciones de las dimensiones tomando en consideración la

edad de los sujetos. En el presente estudio se observó que la densidad celular disminuye progresivamente con el aumento de la edad, con un promedio de pérdida por quinquenio de -1,17% (promedio que varía de -3,58 a -0,71%).

Tabla 2.- Estadística descriptiva de Densidad Celular según grupos de edad.

Grupos de edad	N	X	SD	Mín.	Máx.
hasta 19 años	28	2864,53	189,06	2394	3111
20 - 24 años	60	2798,00	304,52	2236	3572
25 - 29 años	118	2815,43	251,49	2118	3956
30 - 34 años	120	2714,67	230,38	2189	3965
35 - 39 años	100	2672,92	239,28	2148	3264
40 - 44 años	100	2688,21	216,64	2200	3226
45 - 49 años	94	2631,10	205,58	2245	3179
50 - 54 años	82	2593,25	251,82	1956	3211
55 - 59 años	82	2593,18	243,31	1859	3100
60 años y más	56	2574,69	318,48	1652	3267
Total	840	2689,25	258,41	1652	3965

Datos propios de la investigación

**3.2.2 Hexagonalidad.**

Es un indicador relativo del número de células hexagonales que se encuentran en el área analizada, con el que se determina el porcentaje de células con seis vértices [17]. La forma geométrica hexagonal es la manera más eficiente de cubrir una superficie completamente sin dejar espacios y, por

lo tanto, limitar la exposición intercelular con el humor acuoso [18]. Al respecto, se encontraron valores ligeramente más altos en los hombres que en las mujeres, aun cuando estas diferencias no fueron estadísticamente significativas a excepción de lo observado en los grupos de edad de 20-24 años ( $p=0,000$ ) y de 30-34 años ( $p=0,011$ )

Tabla 3.- Estadística descriptiva de hexagonalidad según grupos de edad y sexo

Edad	Masculino					Femenino				
	N	x	SD	Mín.	Máx.	n	x	SD	Mín.	Máx.
hasta 19 años	10	44,8	9,7	32	59	18	38,05	13,33	18	61
20 - 24 años	28	46,14	9,07	24	61	32	35,68	10,72	7	59
25 - 29 años	46	40,36	8,93	11	56	72	38,27	8,85	13	55
30 - 34 años	50	38,98	9,85	15	63	70	34,44	9,31	8	51
35 - 39 años	30	39,46	6,71	26	53	70	37,14	7,73	9	51
40 - 44 años	22	40,63	9,12	23	61	78	37,93	8,58	18	54
45 - 49 años	26	37,76	10,18	8	51	68	36,55	7,61	13	49
50 - 54 años	28	41,5	5,89	25	52	54	38,79	8,11	16	52
55 - 59 años	22	34,27	11,35	17	52	60	37,75	7,92	15	53
60 años y más	12	38,58	10,26	20	50	44	36,86	10,16	10	56
Total	274	40,09	9,4	8	63	566	37,13	8,86	7	61

Datos propios de la investigación

**3.2.3. Coeficiente de Variación.**

El coeficiente de variación caracteriza la variabilidad referente al tamaño celular. Se calcula dividiendo el área media celular por la desviación estándar. Anatómicamente se reconoce a través del polimegatismo, entendido como el incremento en la variación del tamaño de las células; dicha variable se considera un indicador de la funcionalidad endotelial, en tanto que mientras más alto este valor, menor es su funcionalidad.

Los valores promedio normales van desde 40 % hasta un 33 % [18].

Contrario a lo encontrado al examinar la densidad y la hexagonalidad, el coeficiente de variación mostró un aumento estadísticamente significativo con el paso de los años en los hombres ( $p=0,012$ ), mas no así en las mujeres ( $p=0,675$ ).

Tabla 4.- Estadística descriptiva de coeficiente de variación según grupos edad y sexo.

Edad	Masculino					Femenino				
	N	x	SD	Mín.	Máx.	N	x	SD	Mín.	Máx.
hasta 19 años	10	32,00	2,94	26	36	18	37,00	6,46	27	52
20 - 24 años	28	35,10	5,49	28	52	32	36,62	5,65	28	50
25 - 29 años	46	36,71	8,76	28	88	72	37,43	5,25	29	59
30 - 34 años	50	37,92	5,49	29	55	70	38,60	6,77	29	61
35 - 39 años	30	38,83	5,81	30	56	70	37,68	4,66	28	53
40 - 44 años	22	38,22	4,96	32	50	78	37,42	5,62	29	58
45 - 49 años	26	38,73	5,28	30	51	68	37,86	5,27	28	54
50 - 54 años	28	36,78	3,73	30	45	54	38,81	6,11	31	67
55 - 59 años	22	39,95	8,74	23	68	60	38,05	5,79	28	58
60 años y más	12	40,33	5,19	32	50	44	38,77	6,19	31	57
Total	274	37,56	6,39	23	88	566	37,90	5,71	27	67

Datos propios de la investigación

Tabla 5.- Estadística descriptiva de coeficiente de variación según grupos de edad.

Grupos de Edad	n	X	SD	Mín.	Máx.
hasta 19 años	28	35,21	5,92	26,00	52,00
20 - 24 años	60	35,91	5,58	28,00	52,00
25 - 29 años	118	37,15	6,80	28,00	88,00
30 - 34 años	120	38,31	6,25	29,00	61,00
35 - 39 años	100	38,03	5,03	28,00	56,00
40 - 44 años	100	37,60	5,47	29,00	58,00
45 - 49 años	94	38,10	5,26	28,00	54,00
50 - 54 años	82	38,12	5,48	30,00	67,00
55 - 59 años	82	38,56	6,70	23,00	68,00
60 años y más	56	39,10	5,98	31,00	57,00
Total	840	37,79	5,94	23,00	88,00

Datos propios de la investigación

Tabla 6.- Estadística descriptiva Coeficiente de variación de en población venezolana (datos propios de la investigación).

Edad	Venezuela
	CV % (x±SD)
20-30	35 ± 6
31-40	37 ± 5
41-50	38 ± 5
51-60	38 ± 6
61>	39 ± 6
Total	37 ± 6

Datos propios de la investigación

**3.2.4. Paquimetría.**

Refleja el estado de rigidez corneal e indirectamente la función endotelial, la cual está representada por el grosor corneal medido en micras (µm) [19]. En el análisis aquí

realizado se encontró que, en promedio, hombres y mujeres presentaron valores ligeramente semejantes, aun cuando se encontraron diferencias significativas entre ambos sexos entre 30-39 años (p=0,027; p=0,034) y 55-59 años (p=0,010).

Tabla 7.- Estadística descriptiva de Paquimetría según grupos de edad y sexo.

Edad	Masculino					Femenino				
	N	Media	SD	Mínimo	Máximo	N	Media	SD	Mínimo	Máximo
hasta 19 años	10	516,90	34,70	450	562	18	534,88	35,43	451	596
20 - 24 años	28	525,39	34,22	433	568	32	535,84	28,73	485	598
25 - 29 años	46	540,47	35,08	475	615	72	537,79	37,53	456	621
30 - 34 años	50	524,02	26,65	450	583	70	536,30	31,56	463	615
35 - 39 años	30	548,50	37,63	475	619	70	529,82	40,71	353	609
40 - 44 años	22	525,27	33,50	455	587	78	519,93	27,98	454	568
45 - 49 años	26	530,03	31,36	484	589	68	528,88	31,24	459	588
50 - 54 años	28	531,50	30,71	471	604	54	535,37	47,57	441	673
55 - 59 años	22	547,09	41,56	504	654	60	520,53	39,69	427	600
60 años ≥	12	511,33	28,66	472	574	44	521,93	23,93	478	568
Total	274	532,07	34,35	433	654	566	529,59	35,69	353	673

Datos propios de la investigación

En la tabla se describe el comportamiento del grosor corneal considerando la edad y el sexo, observándose fluctuaciones en los valores con el paso de los años; sin embargo, se aprecia que los hombres presentan valores más altos en algunas edades, mientras que las mujeres los presentan en otras. Al analizar esta variable tomando en cuenta el sexo, se aprecia

que entre las mujeres los valores muestran un comportamiento más regular con una tendencia significativa a la disminución a media que aumenta la edad ( $p=0,013$ ), en cambio entre los hombres se encuentran valores más irregulares.

Tabla 8.- Estadística descriptiva de Paquimetría según grupos de edad.

grupos de edad	n	X	SD.	Mín.	Máx.
hasta 19 años	28	528,46	35,62	450,00	596,00
20 - 24 años	60	530,96	31,58	433,00	598,00
25 - 29 año	118	538,83	36,46	456,00	621,00
s30 - 34 años	120	531,18	30,11	450,00	615,00
35 - 39 años	100	535,43	40,54	353,00	619,00
40 - 44 años	100	521,11	29,19	454,00	587,00
45 - 49 años	94	529,20	31,11	459,00	589,00
50 - 54 años	82	534,04	42,41	441,00	673,00
55 - 59 años	82	527,65	41,66	427,00	654,00
60 años y más	56	519,66	25,12	472,00	574,00
Total	840	530,40	35,25	353,00	673,00

Datos propios de la investigación

Tabla 9.- Estadística descriptiva de Paquimetría en población venezolana

Edad	Venezuela
	Paquimetría (x±SD)
20–30	532 ± 34
31–40	530 ± 35
41–50	527 ± 33
51–60	531 ± 37
61>	516 ± 24
Total	530 ± 35

Datos propios de la investigación

#### 4. DISCUSIÓN.

Luego de analizar el comportamiento de la densidad celular y su relación con el sexo de los individuos, algunos autores coinciden con los hallazgos de nuestro estudio, al planear que no existen diferencias significativas entre la densidad celular de individuos de uno y otro sexo [11, 20, 21]. En cambio, otros plantean que sí existen diferencias, indicando que la densidad celular es ligeramente mayor en los hombres (H:  $2679,98 \pm 361,89$  células/mm<sup>2</sup>; M:  $2578,10 \pm 284,93$  células/mm<sup>2</sup>) [13,22].

En cuanto a la lateralidad ocular, algunos autores argumentan, como aquí se ha planteado, que no existen diferencias significativas en esta variable al comparar el ojo derecho con

el izquierdo [14,15,16].

Al analizar las variaciones tomando en consideración la edad de los sujetos se encontró que, varias investigaciones coinciden en que las células del endotelio corneal terminan su proceso reproductivo al momento del nacimiento del individuo y experimentan una variación celular fisiológica normal asociada a la edad, la cual va induciendo un cambio morfológico celular [10, 21, 23]. En este sentido, se plantea que la densidad celular va disminuyendo con el paso de los años.

Sturrock et al. [24] comentan que en un adulto joven la densidad promedio es de  $\pm 3500$  células/mm<sup>2</sup>, alcanzándose aproximadamente las 3000 células/mm<sup>2</sup> a los 50 años, y

disminuyendo a 2600 células/mm<sup>2</sup> cuando se tienen más de 50 años [24]. Se describen dos fases de la pérdida celular asociada a la edad, una fase rápida y una fase lenta; en la fase rápida, el individuo pasa de ±5000 células/mm<sup>2</sup> en el nacimiento a 3000 células/mm<sup>2</sup> a los 20 años; en los primeros 5 años de vida postnatal se aprecia una pérdida más acelerada, periodo durante el cual el sujeto pierde ±1000 células/mm<sup>2</sup>[19].

A partir de los 20 años comienza una disminución progresiva (fase lenta) de la densidad celular hasta llegar a los 60 años, edad en la que se estima que los sujetos presenten ±2500 células/mm<sup>2</sup>, lo que implica una tasa de pérdida de 0,6 %/año [11, 25, 26]. A este respecto, Molina y Gómez [27] observaron que los sujetos mayores de 60 años tienen aproximadamente 44% menos densidad celular que los sujetos de 20 años [27].

En el presente estudio se observó que la densidad celular disminuye progresivamente con el aumento de la edad. Es posible que este hallazgo esté relacionado con el hecho de

que las células endoteliales mueren y las que sobreviven no realizan reproducción mitótica, terminando su duplicación al momento del nacimiento. Cuando una célula muere, su espacio es ocupado por las células vecinas, las cuales en el proceso experimentan un cambio en el tamaño (polimegatismo) y en la forma (pleomorfismo) [19]. Las células endoteliales aumentan su tamaño, modifican su forma y suplen de esta manera la disminución en su número; esto les permite crear una barrera para el mantenimiento de la firmeza corneal, que previene la pérdida de la transparencia corneal y disminución de la visión [19].

Diversos autores han referido las diferencias entre las densidades celulares en poblaciones del mundo. Por ejemplo, se ha evidenciado que el promedio de densidad más alto se encuentra en muestras de la población japonesa (3604 ± 339 células/mm<sup>2</sup>); mientras que, los valores más bajos se encontraron en muestras iraníes (2087±356 células/mm<sup>2</sup>) [11, 14, 20, 28](Tabla 6).

Tabla 10.- Estadística descriptiva de Densidad Celular en otros estudios y poblaciones.

Edad	Japón <sup>(1)</sup>		América <sup>(2)</sup>		China <sup>(3)</sup>		Turquía <sup>(4)</sup>		Malasia <sup>(5)</sup>	
	N	cel/mm <sup>2</sup> ±SD	N	cel/mm <sup>2</sup> ±SD	N	cel/mm <sup>2</sup> ±SD	n	cel/mm <sup>2</sup> ±SD	n	cel/mm <sup>2</sup> ±SD
20–30	18	3893 ± 259	11	2977 ± 324	100	2988 ± 243	42	2910 ± 366	49	2,783±286
31–40	10	3688 ± 245	6	2739 ± 208	100	2920 ± 325	54	2738 ± 389	9	2,551±319
41–50	10	3749 ± 407	11	2619 ± 321	97	2935 ± 285	58	2682 ± 287	10	2,744±239
51–60	10	3386 ± 455	13	2625 ± 172	97	2810 ± 321	56	2546 ± 276	15	2,509±228
61>	6	3307 ± 330	8	2684 ± 384	90	2739 ± 316	42	2498 ± 332	25	2,560±304
Total	54	3604±339	49	2728±281	484	2280±298	252	2674±330	108	2629±275

[1] Matsuda et al., (1985). [2] Duman et al., (2016). [3] Yunliang et al., (2007). [4] Arici et al., (2014). [5] Salih (2011)

Tabla 11- Estadística descriptiva de Densidad celular en otros estudios y poblaciones.

Edad	Nigeria <sup>(6)</sup>		Perú <sup>(7)</sup>		India <sup>(8)</sup>		Irán <sup>(9)</sup>	
	n	cel/mm <sup>2</sup> ±SD	n	cel/mm <sup>2</sup> ±SD	n	cel/mm <sup>2</sup> ±SD	n	cel/mm <sup>2</sup> ±SD
20–30	81	2860±227	11	2877 ± 187	104	2782 ± 250	102	2407 ± 399
31–40	62	2631±394	6	2723 ± 260	96	2634 ± 288	45	2245 ± 349
41–50	31	2433±442	11	2595 ± 171	97	2408 ± 274	66	2071 ± 340
51–60	37	2545±319	13	2427 ± 196	98	2438 ± 309	87	1939 ± 344
61>	81	2538 ±362	8	2319 ± 258	88	2431 ± 357	122	1775 ± 348
Total	292	2601±348	49	2588±194	483	2538±295	422	2087±356

[6] Ewete et al., (2016). [7] Lincoln (2012). [8] Rao et al., (2000). [9] Nasser et al., (2006)

Al comparar la muestra poblacional venezolana con otras estudiadas, se encontró que la media de la densidad de los venezolanos es muy parecida a la turca y a la malaya; menor

que la japonesa, y mayor que la nigeriana, la peruana, la india, la china y la iraní, siendo este hallazgo otra expresión de la variabilidad biológica poblacional.

Tabla 12.- Estadística descriptiva de Densidad celular en población venezolana (datos propios de la investigación)

Grupos de edad	N	cel/mm <sup>2</sup> ±SD
hasta 20	38	2915 ± 247
21 - 30 años	202	2784 ± 265
31 - 40 años	210	2688 ± 222
41 - 50 años	188	2645 ± 218
51 – 60 años	158	2599 ± 246
61 años y más	44	2568 ± 332
Total	840	2689 ± 258

Datos propios de la investigación

Si bien es cierto que hay notables diferencias en las medias de la densidad celular entre las poblaciones, todos los estudios coinciden en que el número celular va disminuyendo con el paso de los años [11, 13, 14, 16, 20, 21, 28, 29, 30].

Acerca de la hexagonalidad estudios previos no muestran relación entre la hexagonalidad y el sexo del sujeto; a diferencia a este estudio en el que se encontraron valores ligeramente más altos en los hombres. Diversos autores indican que con el paso del tiempo la forma de las células endoteliales se va modificando; transformación que conlleva a que el porcentaje de células hexagonales disminuya [13, 14, 19, 25]. A partir del nacimiento y hasta la segunda década de la vida, el porcentaje de hexagonalidad disminuye desde un 75 % a un 60 % [31], alcanzándose un 49 % en la década de los setenta [19]. En cambio, otros investigadores plantean que el porcentaje de hexagonalidad no muestra variaciones importantes con el paso de los años, ya que experimenta altos y bajos sin mostrar algún patrón en el comportamiento [16, 22].

El porcentaje de hexagonalidad representa una variable de suma importancia, pues, permite comprender una de las variaciones morfológicas de las células del endotelio. Si bien es cierto que algunos autores no encontraron una disminución importante en el porcentaje de hexagonalidad con el paso de los años [16,22], es lógico esperar que esta se presente, ya que, al morir algunas células, las células vecinas modifican su forma, ocupan el espacio y con ello pierden la hexagonalidad.

En cuanto a la relación que existe entre el coeficiente de variación y el sexo, solo se encontró un antecedente que analizó este aspecto, el cual plantea que en individuos de una misma edad el coeficiente de variación es mayor entre mujeres (M: 40,62 ± 8,86 % H: 37,94 ± 7,13 %) [22]. En la presente investigación se observó que las mujeres presentan valores ligeramente mayores, aun cuando estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, excepto entre los sujetos de menos de 20 años (p=0,010).

Como se expuso unas líneas atrás y contrario a lo encontrado al examinar la densidad y la hexagonalidad, el coeficiente de variación mostró un aumento estadísticamente significativo con el paso de los años en los hombres (p=0,012) pero no en las mujeres (p=0,675). Si bien no hay un consenso generalizado entre los autores [11, 12], este hallazgo es teóricamente coherente ya que, a medida que los años pasan, disminuye el número de células y el porcentaje de hexagonalidad, en consecuencia, aumenta el tamaño de las células restantes, fenómeno que es expresado por el pleomorfismo a través del coeficiente de variación [13].

En referencia a la paquimetría, nuestros hallazgos coinciden con lo propuesto por Arici et al. y Duman et al. [14, 16], quienes afirman que el grosor corneal disminuye significativamente con la edad. Las variaciones que se aprecian entre los grupos de edad, son mayores que las que han observado en los parámetros estudiados en páginas anteriores; este hallazgo puede explicarse dado que la paquimetría mide el grosor de la córnea en su totalidad, a

diferencia de los otros parámetros que solo se enfocan en el endotelio. Por ende, su valor estará relacionado no solo con comportamiento del mismo, sino también al de las otras capas que conforman la córnea.

## 5. CONCLUSIÓN.

El número de células endoteliales de la córnea fue semejante entre hombres y mujeres en los distintos grupos de edad, y no mostró diferencias considerando la lateralidad ocular. Se confirmó que la densidad celular posee un patrón de disminución progresiva con el paso de los años.

En cuanto a la forma de las células corneales, pudo observarse una relación inversa entre la hexagonalidad y el coeficiente de variación asociada con el aumento de la edad de los sujetos, es decir, a mayor edad, menor hexagonalidad y mayor coeficiente de variación. La paquimetría, la cual describe el grosor corneal, mostró valores semejantes tanto en hombres como en mujeres. Sin embargo, se observaron fluctuaciones en los valores con el paso de los años.

Se puede afirmar que el comportamiento celular del endotelio de la córnea puede funcionar como un método para la estimación de la edad en sujetos vivos, en tanto que exhibe un patrón de comportamiento degenerativo con el aumento de los años. No obstante, es necesario una muestra más grande para poder ofrecer una ecuación matemática confiable, precisa y probada para estimar la edad con un menor margen de error en poblaciones venezolanas [32].

## 6. BIBLIOGRAFIA.

1. CATTANEO, C. (2007) Forensic anthropology: developments of a classical discipline in the new millennium. *Forensic Science International* 165:185. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16843626>
2. Ley Orgánica de Identificación venezolana (2014) Publicada en Gaceta Oficial N° 38.458. Disponible en <http://www.acnur.org/t3/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6659.pdf>
3. SANABRIA, C. (2008) "Antropología Forense y la Investigación Médico Legal de las Muertes", 2ª Edición Auspiciada por la Asociación Colombiana de Antropología Forense. Colombia.
4. MURILLO, M. (2010) Análisis de la variabilidad morfológica facial en una muestra de personas con ancestros cundiboyacenses. Proyecto piloto: la cara del colombiano. Trabajo de grado para optar al título de Antropólogo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Antropología. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/5020/>
5. RODRÍGUEZ CUENCA, J. (1994) Introducción a la antropología forense. Análisis e identificación de restos óseos humanos Departamento de Antropología Universidad Nacional de Colombia Santafé de Bogotá, 1994 Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1418/6/05CAPI04.pdf>
6. ESCORCIA, L. (2013) Tercer seminario internacional de Antropología Forense. Edad biológica y edad cronológica en el contexto legal
7. ARIOCHA, A., GUERRA, M., PRADA, C., DELGADO, O. Y GARCÍA, G. (2014). Microscopia especular con corrección manual vs. Software automatizado Specular microscopy with manual correction vs. automated software MSc. I Hospital Clínico quirúrgico "Calixto García". La Habana, Cuba. II Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba. *Revista Cubana de Oftalmología*; 27(3). Pp.359-368. Disponible en <http://scielo.sld.cu>
8. DURAN, J. (2013) Anatomofisiología de la córnea. Disponible en: <http://www.oftalmo.com/publicaciones/lentes/cap1.htm>
9. DÍAZ, D. (1995) Estudio morfológico y funcional del endotelio corneal tras la cirugía de cataratas. Valle Departamento de Oftalmología Facultad de Medicina Universidad Complutense de Madrid. Pp. 1-200. Disponible en: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/D/0/AD0020301.pdf>
10. VILLA, C. Y SANTODOMINGO, J. (2010) La córnea. Parte I Estructura, función y anatomía microscópica. *Gaceta Óptica*. Pp. 1-10. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3368053>
11. NASSER, M., MOGHIMI, S., AGHSAIE F., MOHAMMAD R. Y MOHAMMAD, R. (2006) Corneal endothelial cell density and morphology in normal Iranian. Research article: eyes. *Bmc ophthalmology*. University Eye Research Center, Farabi Eye Hospital, Quazvin Sq., Tehran, Iran. Disponible en: <https://bmcophthalmol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2415-6-9>
12. ASHRAF, K., SAEED, M Y ZIA, R. (2006) Corneal endothelial cell density in a normal Pakistani. Department of Ophthalmology, Clarendon Wing, Infirmary, Leeds LS1 9NS, Uk published online 25 February 2006. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/670179>
13. YUNLIANG, H., YING-PENG, L., MING-ZHI, Z., LAM, D. Y RAO.S. (2007) Corneal Endothelial Cell Density and Morphology in Healthy Chinese Eyes. *Clinical science Cornea* Volume 26, Number 2, February 2007. Disponible en: <http://www.jsiec.org/educate/Thesis/200702.pdf>

14. ARICI, C., SEVKI, A. Y DIKKAYA, S. (2013) Corneal Endothelial Cell Density and Morphology in Healthy Turkish Eyes. Clinical Study. Article in Journal of Ophthalmology · February 2014. DOI: 10.1155/2014/852624 · Source: PubMed. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/joph/2014/852624/>
15. PÉREZ, O. (2014) Comparación de las características de las células endoteliales y grosor corneal en pacientes de Etnia Wayuu e Hispanos. Trabajo especial de grado presentado ante la División de Estudios para Graduados de la Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia, para optar al título de Especialista en O f t a l m o l o g í a . Disponible en: [http://tesis.luz.edu.ve/tde\\_arquivos/30/TDE-2014-11-26T08:59:32Z-](http://tesis.luz.edu.ve/tde_arquivos/30/TDE-2014-11-26T08:59:32Z-)
16. DUMAN, R., ÇEVİK, T., GÖRKEM, S., DUMAN, R. Y PERENTE, I. (2016) Corneal endothelial cell density in healthy Caucasian population. Saudi J Ophthalmol. 2016 Oct-Dec; 30(4): 236–239. Published online 2016 Nov2. doi:[10.1016/j.sjopt.2016.10.003]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5161821/>
17. GUERRA, M., LLOPIZ, M., CÁRDENAS, T., OSMÍN, T., PÉREZ, Z. Y ARIOCHA, A. (2015) Morfología y morfometría del endotelio corneal. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba. II Revista Cubana de Oftalmología. 2015; 28(3): 366-373 Disponible en: [scielo.sld.cu](http://scielo.sld.cu) 366
18. Bonanno, J. (2012) Molecular mechanisms underlying the corneal endothelial pump. Exp Eye Res. 2012;95:2---7.3.
19. MÁRQUEZ, S., VILLALÓN, M., ESCALONA, E., PÉREZ, Z., PEREA, C. Y PADILLA, C. (2014) Modificaciones del endotelio corneal en el paciente adulto mayor. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Rev. Cubana Oftalmológica vol.27 no.4 Ciudad de la Habana oct.-dic. 2014. versión On-line ISSN 1561-3070. La Habana, Cuba. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762014000400011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762014000400011)
20. SALIH, M. (2011) Corneal endothelial cell density and morphology in normal Malay. Department of Ophthalmology, Faculty of Medicine, IIUM, Istana Bandar Indera Mahkota, 25200 Kuantan, Malaysia. Original Article. Disponible en: <file:///C:/Users/deivys/Documents/TESIS%20ANAIS/salih.pdf>
21. LINCOLN, L. (2012) Densidad de células del endotelio corneal en la población del Perú. Revista Horizonte Medico. Volumen 12(1), enero - Marzo Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/3716/371637123006/>
22. SOPAPORNAMORN, N., MANAPON, L. Y SUTHEE, P. (2008) Corneal endothelial cell density and morphology in Phramongkutklao Hospital. College of Medicine, Bangkok, Thailand. Original research. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2698679/>
23. PIÑERO, D. Y PLAZA, A. (2009) Análisis comparativo del estudio morfológico del endotelio corneal mediante dos microscopios especulares: CSO y Noncom Robo. Gaceta Óptica, Biblioteca H C M . Disponible en: <http://cgcoo.es/download.asp?file=media/gaceta/gaceta436/cientifico3.pdf>
24. STURROCK, D., SHERRARD, S. Y RICE, C. (1978) Specular microscopy of the corneal endothelium. From the Pocklington Eye Transplantation Research Unit, Institute of Ophthalmology, London, and Moorfields Eye Hospital, City Road, London. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1043363/pdf/brjophthal00228-0002.pdf>
25. BROURNE, W., NELSON, L. Y HODGE, D. (1996) Cambios en las células endoteliales corneales centrales durante un período de diez años. Departamento de Oftalmología, Mayo Clinic, Rochester, Minnesota 55905, EE. UU. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9071233>
26. MARTÍNEZ, J., VICO, E Y IRADIER, M. (2004) Estudios del endotelio corneal en pacientes sin patología corneal. Hospital San José y Hospital Clínico de Madrid, 2004. Disponible en: <https://docplayer.es/20015021-Morfologia-y-morfometria-del-endotelio-corneal.html>
27. MOLINA, D. Y GÓMEZ, A. (2005) Evaluación por décadas de edad del comportamiento de las células endoteliales corneales en población mexicana. Rev Mex Oftalmol marzo-abril 2005; 79 ( 2 ) . P p . 93 - 100 . Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revmexoft/rmo-2005/rmo052e.pdf>
28. MATSUDA, M., YEE, R. Y EDELHAUSER, H. (1985) Comparison of the corneal endothelium in an American and a Japanese population. Archives of Ophthalmology, vol. 103, no. 1, pp. 68–70, 1985
29. EWETE, T., UCHENNA, E. Y SUNDAY, A. (2016) Normal corneal endothelial cell density in Nigerians. Clinical Ophthalmology Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4807938/>
30. RAO, S., RANJAN, P., FOGLA, R., GANGADHARAN, S., PADMANABHAN, P. Y BADRINATH, S. (2000) Corneal endothelial cell density and morphology in normal Indian eyes. Cornea 2000, 19:820-23.
31. CONTRERAS, R., ANAYA, E., GALLEGOS, A. Y VILLARREAL, J. (2014) Densidad y morfología de células del endotelio corneal en adultos jóvenes. Artículo original. Revista Mexicana de Oftalmología. Volumen 88, Issue 3, Julio – septiembre 2014, Pág. 99-103
32. FERNÁNDEZ, S., BLÁZQUEZ, V. Y HURTADO, J. (2014) Estudio comparativo de medidas de espesor corneal Artículo publicado en la Gaceta de Optometría y Óptica Oftálmica n° 491 (Abril 2014) . Disponible en: <http://www.clinicamentaria.es/articulos-cientificos/estudio-comparativo-de-medidas-de-espesor-corneal.html>

