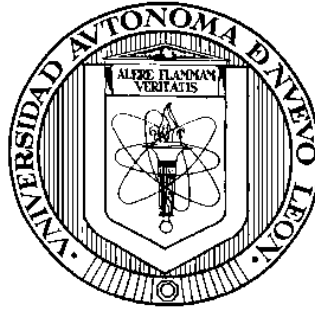


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE MEDICINA**



**ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA VÍA AÉREA SUPERIOR EN FETOS HUMANOS**

**Por**

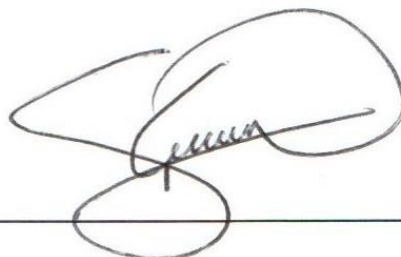
**MED. EMMANUEL GONZÁLEZ VALDEZ**

**Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRÍA EN CIENCIAS con Orientación en  
Morfología**

**Junio, 2021**

EL ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA VÍA AÉREA SUPERIOR EN FETOS  
HUMANOS

Aprobación de la Tesis:



---

Dr. Med. Santos Guzmán López  
Director de Tesis



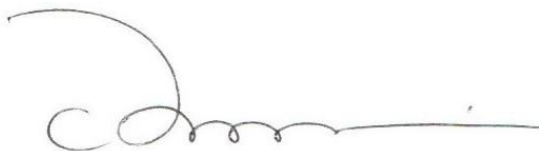
---

Dr. Med. Norberto López Serna  
Co-Director de Tesis



---

Dr. Med. Alfredo Núñez Castruita  
Miembro de Tesis



---

Dr. Med. Felipe Arturo Morales Martínez  
Subdirector de Estudios de Postgrado

EL ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA VÍA AÉREA SUPERIOR EN FETOS  
HUMANOS

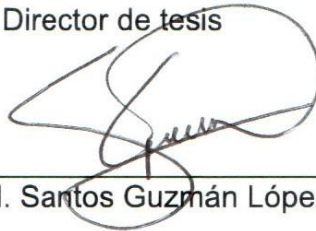
Presentado por:

**MCP Emmanuel González Valdez**

Este trabajo se realizó en el departamento de Embriología de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León y en sus respectivos laboratorios. Bajo la dirección del Dr. Med. Santos Guzmán López, co-dirección del Dr. Med. Norberto López Serna y el Dr. Med. Alfredo Núñez Castruita como miembro de la comisión.

FIRMAS

Director de tesis



---

Dr. Med. Santos Guzmán López

Co-Director de tesis



---

Dr. Med. Norberto López Serna

Comisión de tesis



---

Dr. Med. Alfredo Núñez Castruita

## DEDICATORIA

A mi familia:

Por ser la mejor guía de vida que pude tener. A mi padre, que en paz descansa, por haber cuidado de mí siempre y haberme apoyado hasta el último día de su vida. A mi madre, por su amor incondicional, por ser parte esencial de mi formación y nunca haber dudado de mí. A mis hermanos, por formar parte de la mejor familia que puede existir, por siempre estar cuidando de mí y apoyándome en cada paso que he dado.

Gracias por su amor, por todo el apoyo y por sus enseñanzas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a **Dios**, por haberme dado esta vida tan maravillosa y con la mejor familia que pude tener, por rodearme de las mejores personas, por siempre cuidar de mí y nunca abandonarme, incluso en aquellos momentos en los que ha aparecido que yo me he alejado de él. Gracias a él por permitirme cumplir este tan importante proyecto en mi vida.

A mis padres: **Sr. Alejandro González Contreras y Sra. Esthela Valdez Gutiérrez**, por haberme educado y criado de la mejor manera en la que pudieron haberlo hecho, siempre inculcándome valores y el amor incondicional por la vida, por los animales y al prójimo.

A mis hermanos: **César Alejandro González Valdez y Alejandro Eduardo González Valdez**, porque siempre me han apoyado y nunca han dejado de creer en mí y en mis metas y objetivos.

A **Valery**, el amor de mi vida, por regalarme los momentos más felices de mi vida, por estar a mi lado y darme ese amor incondicional que me llena de vida.

Al **Dr. Med. Norberto López Serna**, por ser mi guía desde que terminé la carrera, por creer en mí e impulsarme a seguir adelante con esta maravillosa profesión. Muchas gracias por haberme dado la oportunidad profesional más importante que tengo: la docencia.

Al **Dr. Med. Alfredo Núñez Castruita**, por guiarme durante este trabajo de investigación y por todas las enseñanzas que me ha brindado. Gracias por ser un excelente asesor, por su comprensión, su apoyo y paciencia a cada paso que he dado. Lo admiro mucho y espero poder seguir colaborando con usted en más proyectos.

Al **Dr. Med. Santos Guzmán López**, por aceptar ser el director de este tan importante proyecto y por brindarme su apoyo a lo largo del mismo.

A la **QCB Vladimira Torrez González**, por toda su ayuda y su apoyo durante este trabajo en el laboratorio, gracias por ser una excelente persona y por tener una calidez humana inigualable.

A la **QFB Catalina Damaris Cortés González**, por haberme brindado el apoyo y guía incondicionales para este proyecto en el departamento de Embriología y por ser una persona tan entregada a su profesión.

Al **Dr. Med. Carlos E. de la Garza González**, por ser un excelente profesor, por ser quien me inspiró inicialmente el amor por la Embriología y por haberme motivado a seguir el camino de la docencia.

A la **Dra. Med. María Esthela Morales Pérez**, por haberme enseñado mucho, no solo de la maravillosa labor de la docencia, sino de la fortaleza que se puede tener en la vida a pesar de las adversidades. Gracias por inspirarme a seguir luchando por mis sueños.

**A todo el personal del departamento de Embriología:** por el apoyo que siempre me han dado y por haberme recibido con los brazos abiertos; muchas gracias por ser mi segunda familia.

Agradezco especialmente a mis tres compañeros de maestría, **Vanesa, Gloria y Carlos:** muchas gracias por los grandiosos momentos que pasamos en este camino juntos; no me imagino la maestría sin ustedes.

# TABLA DE CONTENIDO

Capítulo	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 ANATOMÍA DE LA VÍA AÉREA SUPERIOR .....	1
1.1.1 La cavidad nasal .....	2
1.1.2 La cavidad oral .....	2
1.1.3 La faringe .....	3
1.1.4 La laringe .....	4
1.1.5 Diferencias entre la anatomía de la vía aérea superior del niño y del adulto.....	5
1.1.6 Consideraciones anatómicas en los neonatos .....	5
1.2 EMBRIOGÉNESIS DE LA VÍA RESPIRATORIA SUPERIOR.....	6
1.2.1 Origen de la vía aérea superior.....	6
1.2.2 Cavidad oral .....	7
1.2.3 Paladar.....	7
1.2.4 Fosas nasales .....	8
1.2.5 La faringe primitiva.....	8
1.2.6 La laringe .....	9
1.3 ANOMALÍAS DE LA VÍA AÉREA SUPERIOR.....	10
1.3.1 Síndrome CHAOS.....	10
1.3.2 Laringomalacia.....	11
1.3.3 Atresia de las coanas .....	11
1.3.4 Estenosis subglótica .....	12
1.3.5 Estenosis de la apertura del piriforme .....	12
1.3.6 Estenosis medionasal.....	12
1.3.7 Membranas laríngeas congénitas.....	13
1.4 ANTECEDENTES.....	13
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	14
1.6 OBJETIVO GENERAL .....	15
1.7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>2. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
2.1 MATERIAL .....	16
2.1.1 Fetos .....	16
2.1.2 Criterios de inclusión .....	16
2.1.3 Criterios de exclusión.....	16

2.1.4 Criterios de eliminación .....	16
2.1.5 Equipo utilizado .....	17
2.1.5.1 Equipo para morfometría.....	17
2.1.5.2 Equipo para Corte y congelación .....	17
2.1.5.3 Fotomicroscopio.....	17
2.1.5.4 Software para el análisis estadístico .....	17
2.1.6 Tipo de estudio .....	17
2.2 METODOLOGÍA GENERAL.....	17
2.3 MÉTODO.....	18
2.3.1 Selección de la muestra y morfometría .....	18
2.3.1.1 Cabeza y cuello .....	18
2.3.1.1.1 Evaluación de simetría y morfología.....	18
2.3.1.1.2 Permeabilidad de narinas, conductos auditivos y presencia de globos oculares.....	19
2.3.1.1.3 Integridad de la lengua y el paladar.....	19
2.3.1.1.4 Perímetro cefálico.....	19
2.3.1.1.5 Longitud fronto-occipital.....	19
2.3.1.1.6 Longitud biparietal .....	19
2.3.1.1.7 Orejas .....	19
2.3.1.1.8 Ojos .....	20
2.3.1.2 Tórax .....	20
2.3.1.2.1 Evaluación de simetría y morfología.....	20
2.3.1.2.2 Perímetro torácico .....	20
2.3.1.3 Abdomen .....	20
2.3.1.3.1 Evaluación de simetría y morfología.....	20
2.3.1.3.2 Perímetro abdominal .....	21
2.3.1.4 Pelvis y periné .....	21
2.3.1.4.1 Evaluación de simetría y morfología.....	21
2.3.1.4.2 Evaluación de la permeabilidad del orificio anal.....	21
2.3.1.5 Extremidades.....	21
2.3.1.5.1 Evaluación de simetría y morfología.....	21
2.3.1.5.2 Longitud próximodistal de la mano.....	21
2.3.1.5.3 Longitud del muslo.....	22
2.3.1.5.4 Longitud de la pierna.....	22
2.3.1.5.5 Longitud del pie.....	22
2.3.2 Determinación de edad morfológica .....	22
2.3.3 Clasificación de los fetos por grupo de edad.....	22
2.3.4 Descalcificación .....	23
2.3.5 Congelación.....	24
2.3.6 Corte.....	24



2.3.4.1 Separación de la cabeza y el cuerpo .....	24
2.3.4.2 Corte coronal .....	24
2.3.4.2.1 Preparación para el corte coronal .....	24
2.3.4.2.2 Corte coronal .....	25
2.3.4.2.3 Disección de las estructuras de la VAS .....	25
2.3.4.3 Corte sagital.....	26
2.3.4.3.1 Preparación para el corte sagital .....	26
2.3.4.3.2 Corte sagital.....	26
2.3.4.3.3 Disección de las estructuras de la VAS .....	27
2.3.7 Toma de medidas .....	27
2.3.5.1 Medidas en el plano coronal.....	27
2.3.5.1.1 Longitud transversal de la coana (LTC).....	27
2.3.5.1.2 Longitud transversal de la nasofaringe (LTNF) .....	28
2.3.5.1.3 Longitud transversal de la orofaringe (LTOF) .....	28
2.3.5.1.4 Longitud transversal de la laringe (LTL).....	29
2.3.5.1.5 Diámetro del cartílago cricoides (DCC).....	29
2.3.5.2 Medidas en el plano sagital .....	30
2.3.5.2.1 Plano del paladar blando .....	30
2.3.5.2.2 Plano de la epiglotis .....	31
2.3.5.2.3 Plano del borde inferior del cartílago cricoides.....	31
2.3.5.2.4 Longitud vertical de la coana (LVC).....	32
2.3.5.2.5 Longitud anteroposterior (ventrodorsal) de la cavidad nasal (LCN) .....	33
2.3.5.2.6 Ángulo de la nasofaringe (ANF) .....	33
2.3.5.2.7 Longitud vertical de la nasofaringe (LVNF) .....	34
2.3.5.2.8 Longitud total de la nasofaringe (LTN).....	34
2.3.5.2.9 Longitud vertical de la orofaringe (LVOF) .....	35
2.3.5.2.10 Longitud vertical de la hipofaringe (LVHF) .....	36
2.3.8 Captura de datos en Excel .....	36
2.3.9 Análisis estadístico .....	39
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
3.1 RESULTADOS GENERALES.....	40
3.1.1 Media aritmética de todos los parámetros.....	40
3.1.2 Media, desviación estándar e intervalo de confianza .....	41
3.1.2.1 Medidas obtenidas en los cortes sagitales.....	41
3.1.2.2 Medidas obtenidas en los cortes coronales.....	41
3.2 RESULTADOS POR REGIÓN ANATÓMICA.....	42
3.2.1 Cavidad nasal .....	42
3.2.1.1 Longitud anteroposterior de la cavidad nasal .....	42
3.2.1.2 Longitud vertical de la coana .....	42

3.2.1.3 Longitud transversal de la coana .....	42
3.2.2 Nasofaringe .....	43
3.2.2.1 Ángulo de la nasofaringe.....	43
3.2.2.2 Longitud total de la nasofaringe .....	44
3.2.2.3 Longitud vertical de la nasofaringe .....	44
3.2.2.4 Longitud transversal de la nasofaringe.....	44
3.2.3 Orofaringe .....	45
3.2.3.1 Longitud vertical de la orofaringe .....	45
3.2.3.2 Longitud transversal de la orofaringe.....	45
3.2.4 Hipofaringe .....	46
3.2.4.1 Longitud vertical de la hipofaringe .....	46
3.2.5 Laringe .....	46
3.2.5.1 Longitud transversal de la laringe .....	46
3.2.5.2 Diámetro del cartílago cricoides.....	46
3.3 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON (r) .....	47
3.3.1 Longitud anteroposterior de la cavidad nasal (LCN) .....	48
3.3.2 Longitud transversal de la coana (LTC).....	48
3.3.3 Longitud vertical de la coana (LVC).....	49
3.3.4 Longitud vertical de la nasofaringe (LVNF).....	49
3.3.5 Longitud total de la nasofaringe (LTN).....	50
3.3.6 Longitud vertical de la orofaringe (LVOF) .....	50
3.3.7 Longitud vertical de la hipofaringe (LVHF) .....	51
3.3.8 Longitud transversal de la nasofaringe (LTNF) .....	51
3.3.9 Longitud transversal de la orofaringe (LTOF) .....	52
3.3.10 Longitud transversal de laringe (LTL) .....	52
3.3.11 Diámetro del cartílago cricoides (DCC).....	52
3.4 DIMORFISMO SEXUAL.....	53
<b>4. DISCUSIÓN .....</b>	<b>55</b>
<b>5. APORTACIONES, CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS .....</b>	<b>63</b>
5.1 APORTACIONES .....	63
5.2 CONCLUSIONES .....	63
5.3 PERSPECTIVAS .....	64
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>65</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 1.1 La vía aérea superior .....	1
Figura 1.2. La cavidad nasal.....	2
Figura 1.3. La faringe y sus regiones.....	4
Figura 1.4 Formación del intestino primitivo .....	7
Figura 1.5 formación del divertículo respiratorio .....	10
Figura 2.1 estrategia general .....	18
Figura 2.2 Corte coronal 1 .....	25
Figura 2.3 Corte coronal 2 .....	26
Figura 2.4 Longitud transversal de la coana (LTC). .....	28
Figura 2.5 Longitud transversal de la nasofaringe (LTNF).....	28
Figura 2.6 Longitud transversal de la orofaringe (LTOF). .....	29
Figura 2.7 Longitud transversal de la laringe (LTL).....	29
Figura 2.8 Diámetro del cartílago cricoides (DCC).....	30
Figura 2.9 Plano del paladar blando. ....	31
Figura 2.10 Plano de la epiglotis.....	31
Figura 2.11 Plano del borde inferior del cartílago cricoides. ....	32
Figura 2.12 Longitud vertical de la coana (LVC). .....	32
Figura 2.13 Longitud anteroposterior de la cavidad nasal (LCN).....	33
Figura 2.14 Ángulo de la nasofaringe (ANF).....	34
Figura 2.15 Longitud vertical de la nasofaringe (LVNF).....	34
Figura 2.16 Longitud total de la nasofaringe (LTN).....	35
Figura 2.17 Longitud vertical de la orofaringe (LVOF). .....	35
Figura 2.18 Longitud vertical de la hipofaringe (LVHF).....	36

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
Tabla 1 Distribución de las muestras por edad y sexo.....	23
Tabla 2 Base de datos con todas las medidas obtenidas en el plano sagital. ..	37
Tabla 3 Base de datos con todas las medidas obtenidas en el plano coronal..	37
Tabla 4 Medidas obtenidas en el plano sagital organizadas por grupos de edad. .....	38
Tabla 5 Medidas obtenidas en el plano coronal organizadas por grupos de edad.....	38
Tabla 6 Media aritmética de todos los parámetros. ....	40
Tabla 7 Media, desviación estándar e intervalo de confianza de los parámetros en el plano sagital.....	41
Tabla 8 Media, desviación estándar e intervalo de confianza de los parámetros en el plano coronal.....	42
Tabla 9 Valores del coeficiente de correlación de Pearson. ....	47
Tabla 10 Coeficiente de correlación de Pearson para LCN.....	48
Tabla 13 Coeficiente de correlación de Pearson para la LTC.....	48
Tabla 11 Coeficiente de correlación de Pearson para LVC. ....	49
Tabla 12 Coeficiente de correlación de Pearson para LVNF.....	50
Tabla 14 Coeficiente de correlación de Pearson para LTN. ....	50
Tabla 15 Coeficiente de correlación de Pearson para LTC .....	51
Tabla 16 Coeficiente de correlación de Pearson para LVHF .....	51
Tabla 17 Coeficiente de correlación de Pearson para LVOF.....	52
Tabla 18 Coeficiente de correlación de Pearson para LTOF .....	52
Tabla 19 Coeficiente de correlación de Pearson para LTL.....	52
Tabla 20 Coeficiente de correlación de Pearson para DCC y ANF.....	52
Tabla 21 Parámetros y coeficiente de correlación de Pearson en base a la edad y sexo .....	53

## LISTA DE GRÁFICAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Gráfica 1. Medidas de cada parámetro por grupo de edad.....	41
Gráfica 2. Medidas de los parámetros de la cavidad nasal.....	43
Gráfica 3. Medidas de los parámetros de la nasofaringe.....	45
Gráfica 4. Medidas de los parámetros de la orofaringe, hipofaringe y laringe. .	47
Gráfica 5. Comparación de LVOF entre fetos masculinos y femeninos.....	54
Gráfica 6. Comparación de LTOF entre fetos masculinos y femeninos. ....	54
Gráfica 7. Gráfica de dispersión para la LCN.....	55
Gráfica 8. Gráfica de dispersión para la LVC.....	56
Gráfica 9. Gráfica de dispersión para la LTC.....	56
Gráfica 10. Gráfica de dispersión para el ANF.....	57
Gráfica 11. Gráfica de dispersión para la LTN.....	58
Gráfica 12. Gráfica de dispersión para la LVNF.....	58
Gráfica 13. Gráfica de dispersión para la LTNF.....	59
Gráfica 14. Gráfica de dispersión para la LVOF.....	60
Gráfica 15. Gráfica de dispersión para la LTOF.....	60
Gráfica 16. Gráfica de dispersión para la LVHF.....	61
Gráfica 17. Gráfica de dispersión para la LTL.....	62
Gráfica 18. Gráfica de dispersión el DCC.....	62

## NOMENCLATURA

LVC	Longitud vertical de la coana
LCN	Longitud ventrodorsal de la cavidad nasal
ANF	Ángulo de la nasofaringe
LTN	Longitud total de la nasofaringe
LVNF	Longitud vertical de la nasofaringe
LVOF	Longitud vertical de la orofaringe
LVHF	Longitud vertical de la hipofaringe
LTCI	Longitud transversal de la coana izquierda
LTCD	Longitud transversal de la coana derecha
LTC	Longitud transversal de la coana
LTNF	Longitud transversal de la nasofaringe
LTOF	Longitud transversal de la orofaringe
LTL	Longitud transversal de la laringe
DCC	Diámetro del cartílago cricoides
SEM	Semanas de edad morfológica
VAS	Vía aérea superior
M	Media aritmética (X)
DE	Desviación estándar
IC	Intervalo de confianza
mm	milímetros

## RESUMEN

EMANUEL GONZÁLEZ VALDEZ	Fecha de graduación: agosto 2021
Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Medicina	
Título	ESTUDIÓ MORFOMÉTRICO DE LA VÍA AÉREA SUPERIOR EN FETOS HUMANOS
Número de páginas	68
Área de estudio: morfología	Candidato para el grado: maestro en ciencias con orientación en morfología

### **Propósito y Método del Estudio:**

El propósito de este trabajo fue documentar la morfometría de las estructuras y zonas de la vía aérea superior en fetos humanos de 12 a 24 semanas de edad morfológica que no presentaron anomalías visibles. También fue el de comparar las características morfométricas entre fetos del sexo masculino y del sexo femenino, así como establecer si existe la presencia o no de dimorfismo sexual en algunas de las medidas obtenidas. Se utilizó una muestra total de 30 fetos humanos, todos pertenecientes a la colección de embriones y fetos del departamento de Embriología de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

### **Contribuciones y Conclusiones:**

El presente estudio proporciona un conjunto de medidas de la vía aérea superior en fetos humanos, algunas de las cuales, a nuestro entender, no están reportadas en la literatura científica. Sí mismo, el presente estudio aporta parámetros propios de la población mexicana. Durante este estudio se determinaron: la longitud anteroposterior de la cavidad nasal; las longitudes vertical y transversal de la coana nasal; las longitudes vertical y transversal, así como el ángulo de la nasofaringe; la longitud vertical y transversal de la orofaringe; la longitud vertical y transversal de la hipofaringe; el diámetro y longitud vertical de la laringe. Se encontró que la velocidad de crecimiento de dichas estructuras se reduce considerablemente a partir de la semana 20 del desarrollo, mientras que en de las semanas 12 a 20 esa velocidad de crecimiento es mucho mayor. También se encontró un patrón de dimorfismo sexual para las longitudes transversal y vertical de la orofaringe; en los fetos de sexo masculino la longitud transversal fue mayor, mientras que en los fetos de sexo femenino la longitud vertical fue mayor que en los de sexo masculino. Los anteriores datos pueden ser de ayuda en el diagnóstico prenatal por imagen.

FIRMA DEL DIRECTOR DE TESIS

---

**Dr. Med. Santos Guzmán López**



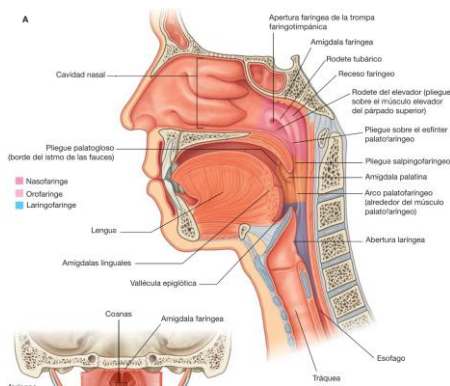
# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANATOMÍA DE LA VÍA AÉREA SUPERIOR

El aparato respiratorio está constituido por una serie de estructuras que se encargan de llevar a cabo el proceso de la respiración, incluyendo aquellas que conducen el aire desde el exterior del cuerpo hacia los pulmones y las que se encargan de llevar a cabo el intercambio gaseoso en estos últimos. Por su localización anatómica, la vía aérea se divide en superior e inferior <sup>(25)</sup>. La vía aérea superior comprende: la nariz, nasofaringe, orofaringe, laringofaringe y la laringe (Figura 1.1).

La vía aérea inferior comprende la tráquea, los bronquios principales, lobares y segmentarios, los bronquiolos terminales y los alveolos <sup>(8,9)</sup>. El punto de referencia anatómico que marca la transición entre la vía aérea superior y la inferior es el cartílago cricoides, el cual corresponde a la parte más inferior de la vía aérea superior <sup>(22,25)</sup>.



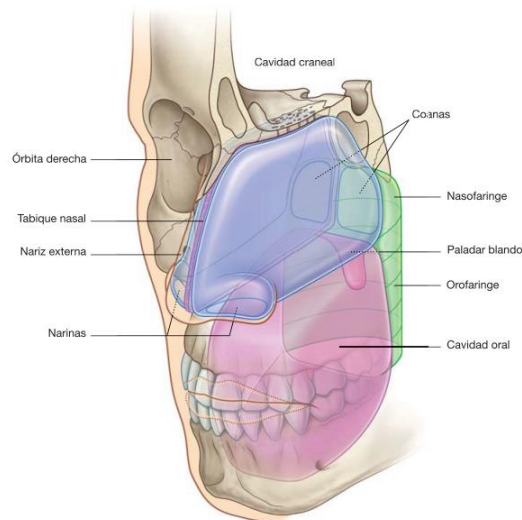
**Figura 1.1 La vía aérea superior**

Dibujo representativo de un corte sagital de la cabeza y el cuello en el que se observan las estructuras de la vía aérea superior y la cavidad oral.

Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM. Gray - Anatomía para estudiantes. 3ª ed. Barcelona: Elsevier; 2015.

### 1.1.1 La cavidad nasal

Es la región más cefálica del tracto respiratorio y es la región idónea para la entrada del aire, ya que en ella se encuentra los cornetes, protrusiones óseas de las paredes laterales recubiertas de epitelio respiratorio cuya función principal es humidificar, filtrar y calentar el aire antes de su ingreso a la faringe y a la vía respiratoria inferior <sup>(2,8,23,26)</sup>. La cavidad nasal está separada de la cavidad oral por el paladar, que constituye su suelo. La cavidad nasal está dividida en dos fosas nasales por el tabique nasal, que constituye su pared medial. La cavidad nasal se encuentra separada de la fosa craneal anterior por estructuras óseas que pertenecen a los huesos esfenoides, etmoides y frontal, las cuales se integran para conformar su techo <sup>(23)</sup>. Las fosas nasales comunican con el exterior a través de las narinas y con la nasofaringe a través de las coanas (Figura 1.2). <sup>(2,8,9)</sup>



**Figura 1.2. La cavidad nasal**

Dibujo representativo de una vista anterolateral y superior izquierda de la cabeza en la que se resaltan ambas fosas nasales (color azul) y sus respectivas aberturas hacia el exterior del cuerpo a través de las narinas, y hacia la nasofaringe a través de las coanas.

Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM. Gray - Anatomía para estudiantes. 3ª ed. Barcelona: Elsevier; 2015.

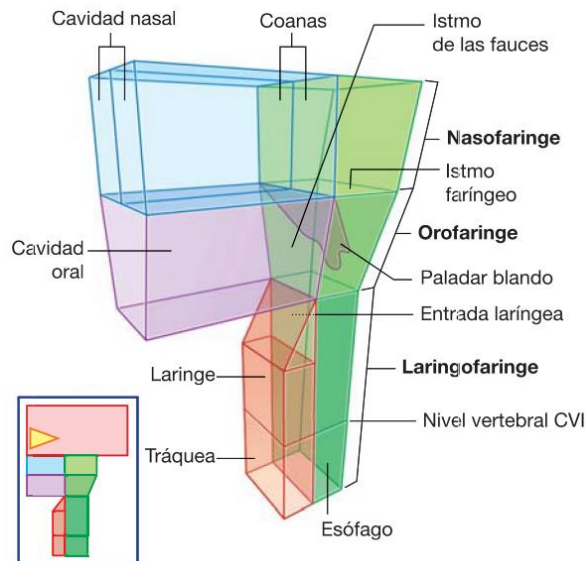
### 1.1.2 La cavidad oral

Aunque no es una zona propiamente de la vía aérea superior, la cavidad oral tiene una estrecha relación anatómica con algunas regiones de dicha vía, por ejemplo, está

inmediatamente debajo de las fosas nasales, separada de ellas por el paladar duro y paladar blando que en conjunto constituyen su techo. Sus paredes laterales están conformadas por los carrillos bucales y su suelo está formado por tres estructuras blandas: la lengua, los músculos genihioideos y un diafragma constituido por los músculos milohioideos. Anteriormente comunica con el exterior del cuerpo a través de la hendidura bucal, que está delimitada por los labios <sup>(9,23)</sup>. Posteriormente comunica con la orofaringe a través del istmo de las fauces, el cual está delimitado por los pliegues palatoglosos (Figura 3) <sup>(2)</sup>. La cavidad oral está dividida en dos regiones: el vestíbulo y la cavidad oral propiamente dicha. El vestíbulo corresponde al área ubicada entre las encías y los dientes, y los labios y los carrillos. La cavidad oral propiamente dicha está delimitada por las encías con los dientes <sup>(2,4,23)</sup>.

### 1.1.3 La faringe

Es una estructura de forma tubular que comunica con las cavidades nasales y la cavidad oral, por lo tanto, es una vía común que sirve de paso para el alimento y el aire <sup>(2,23)</sup>. En el adulto mide de 12 a 15 cm aproximadamente y se extiende desde la base del cráneo hasta el nivel del borde inferior de la sexta vértebra cervical, en donde se continúa con el aparato digestivo <sup>(8,23)</sup>. Sus paredes están constituidas por los tres músculos constructores de la faringe (superior, medio e inferior) y sus fascias asociadas. La pared posterior se encuentra separada de la columna vertebral por tejido conjuntivo laxo <sup>(23,26)</sup>. La faringe se divide en tres regiones: la nasofaringe, que comunica anteriormente con las fosas nasales; la orofaringe, que comunica a través del istmo de las fauces con la cavidad oral; y la laringofaringe, o también llamada hipofaringe, que se continúa con la laringe y con el esófago (Figura 1.3) <sup>(22)</sup>.



**Figura 1.3. La faringe y sus regiones**

Dibujo representativo una vista anterolateral y superior izquierda de las estructuras de la vía aérea superior y la cavidad oral. Se observa la relación anatómica que tienen las tres regiones de la faringe con las demás regiones de la vía aérea superior y digestiva.

Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM. Gray - Anatomía para estudiantes. 3ª ed. Barcelona: Elsevier; 2015.

#### 1.1.4 La laringe

Constituye la parte inferior del tracto respiratorio superior; es una estructura cilíndrica y hueca, formada por cartílagos, músculos y membranas fibroelásticas <sup>(23)</sup>. La laringe se comunica hacia arriba con la hipofaringe y hacia abajo con la tráquea. Tiene una longitud aproximada de 5 cm y en su límite superior se encuentra suspendida del hueso hioides mediante estructuras ligamentosas y membranas. La laringe está conformada por nueve cartílagos: cricoides, tiroides y epiglotis, los cuales son cartílagos impares; aritenoides, corniculados (de Santorini) y cuneiformes (de Wrisberg), que son cartílagos pares. El más inferior de ellos, el cartílago cricoides, tiene forma de anillo de sello, donde su arco se proyecta en sentido anterior y su lámina en sentido posterior para terminar rodeando por completo a la vía respiratoria. En el borde superior de su lámina se articula con ambos cartílagos aritenoides, y a ambos lados con el cartílago tiroides, para los cuales posee carillas articulares. A partir de la apófisis vocal de cada cartílago aritenoideo se extiende, en sentido anterior, el ligamento vocal, el cual se inserta junto a

su homólogo en la línea media de la superficie dorsal del cartílago tiroides, para constituir una parte importante de las cuerdas vocales <sup>(24,8)</sup>. La laringe está revestida por una continuación del epitelio respiratorio, tiene forma tubular y sus límites anatómicos están bien definidos: la superficie superior de la epiglotis constituye el límite anterior de la cavidad laríngea; los pliegues ariepiglóticos forman sus límites laterales; y su límite posterior está constituido por la escotadura interaritenoides <sup>(23)</sup>. La función principal de la laringe es actuar como esfínter para evitar el paso del bolo alimenticio hacia la vía respiratoria; debido a que es muy móvil, se desliza hacia arriba durante la deglución, logrando que la epiglotis ocluya la entrada hacia la vía aérea; durante la respiración se desplaza hacia abajo volviendo a abrir esta vía <sup>(8,23)</sup>.

#### 1.1.5 Diferencias entre la anatomía de la vía aérea superior del niño y del adulto

Existen diferencias importantes entre la anatomía de la vía aérea superior del niño y del adulto que incluyen el tamaño, la forma y la posición de algunas de sus estructuras, siendo las diferencias más notables conforme la edad sea menor <sup>(22)</sup>. Las fosas nasales tienen una proporción más pequeña en los niños y las narinas son más estrechas comparadas con las demás estructuras faciales, los cornetes son inmaduros y presentan menos vascularidad comparados con los del adulto <sup>(2,17,22)</sup>. En la cavidad oral, la lengua es más grande y ocupa prácticamente todo el vestíbulo de la boca <sup>(10,11,22)</sup>. Al momento del nacimiento, la estructura general de la faringe es más pequeña, particularmente muy corta y vertical. En los niños la epiglotis tiene una posición muy alta comparada con la del adulto.

#### 1.1.6 Consideraciones anatómicas en los neonatos

En los neonatos la laringe se encuentra a nivel de la primera vértebra cervical, mientras que en el adulto está a nivel de la tercera vértebra. En el neonato es más corta y se encuentra en una posición más vertical, anterior y cefálica. Las cuerdas vocales tienen una posición más horizontal que en el adulto. El cartílago cricoides es más estrecho y se encuentra a nivel de cuarta vértebra cervical; a los dos años de edad alcanza el nivel de

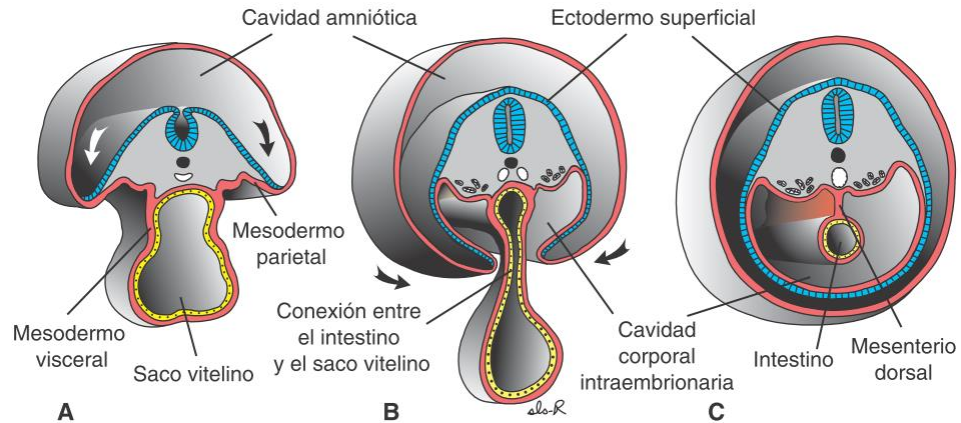
quinta vértebra; a los 5 años llega a nivel de la sexta vértebra. En los niños la epiglotis se encuentra a nivel de la primera vértebra cervical y es más laxa comparada con la del adulto <sup>(8,17,22)</sup>. Alrededor de los 9 años de edad la laringe tiene forma de embudo, siendo más estrecha en la parte inferior y ancha en la parte superior, a diferencia de la forma cilíndrica que tienen en el adulto <sup>(17)</sup>.

## **1.2 EMBRIOGÉNESIS DE LA VÍA RESPIRATORIA SUPERIOR**

El aparato respiratorio, incluyendo sus tracto superior e inferior, se desarrolla a partir de diversos tejidos y estructuras embrionarias, tales como el endodermo del intestino primitivo, las células de la cresta neural, el mesodermo de los arcos faríngeos, el mesodermo esplácnico asociado al intestino primitivo y el ectodermo superficial de las estructuras faciales en desarrollo <sup>(2,9,17,25)</sup>.

### 1.2.1 Origen de la vía aérea superior

Los aparatos respiratorio y digestivo tienen un origen común, pues ambos se desarrollan a partir del endodermo de la pared del saco vitelino. Esto ocurre durante el proceso del plegamiento, cuando la región dorsal del saco vitelino se introduce e incorpora al interior del cuerpo del del embrión, dando origen al intestino primitivo (Figura 1.4). Tomando en cuenta el eje anteroposterior (cefalocaudal), al intestino primitivo se le estudian tres partes: el intestino primitivo anterior, intestino primitivo medio e intestino primitivo posterior. Únicamente el intestino primitivo anterior participa en la formación del aparato respiratorio <sup>(9)</sup>. En la formación de las estructuras del tracto respiratorio superior también participa el mesénquima de los arcos faríngeos y de las prominencias faciales, el cual deriva principalmente de células de la cresta neural <sup>(9,17,25)</sup>.



**Figura 1.4 Formación del intestino primitivo**

Dibujo representativo de un corte transversal embrionario durante el proceso del plegamiento.

Sadler, T. and Langman, J., 2019. Langman embriología médica. 14th ed. Wolters Kluwer.

### 1.2.2 Cavidad oral

Desde la cuarta semana del desarrollo ya es posible identificar el primordio de la boca, también llamado estomodeo, un espacio que comunica rostralmente hacia la cavidad amniótica y que está separado del intestino primitivo anterior por la membrana orofaríngea, la cual desaparece a finales del primer mes del desarrollo, es decir, durante la cuarta semana <sup>(9,25)</sup>. Para ese momento el estomodeo ya está bien delimitado, su techo está formado por la región caudal del proceso frontonasal; sus paredes laterales por los procesos maxilares; y su suelo por el proceso mandibular <sup>(25)</sup>.

### 1.2.3 Paladar

Durante las primeras etapas de la formación de la cavidad nasal, ésta comunica con la cavidad oral, hasta que ocurre la formación del paladar. Esta separación sucede solamente en la región más rostral, ya que en la región posterior persiste una amplia comunicación con la faringe. La separación de la cavidad nasal primitiva y la cavidad oral inicia durante la sexta semana con la formación de las crestas palatinas, las cuales son dos proyecciones mesenquimatosas originadas a partir de los procesos maxilares. Las crestas palatinas crecen hacia la línea media para constituir el primordio del paladar secundario,

ascienden y terminan fusionándose entre sí en la línea media entre las séptima y octava semanas <sup>(17,25)</sup>.

#### 1.2.4 Fosas nasales

Se forman a partir de las placodas nasales, las cuales son engrosamientos del ectodermo de superficie que se forman durante la quinta semana del desarrollo. Las placodas nasales se invaginan dando origen a las fosas (fóveas) nasales, las cuales se expanden en sentido dorsal cranealmente al estomodeo, hasta que confluyen para formar una cavidad única que después será dividida <sup>(9,25)</sup>. Las fosas nasales continúan profundizándose hasta que, durante la sexta semana, quedan separadas de la cavidad oral por una membrana transitoria denominada membrana oronasal.

Al desaparecer la membrana oronasal se establece la comunicación de las fosas nasales con la cavidad oral a través de dos aberturas llamadas coanas nasales, que se abren a ambos lados de la línea media en la región más dorsal del techo de la cavidad oral. El mesénquima que rodea al epitelio de la cavidad nasal es un derivado de células de la cresta neural; en etapas subsecuentes dicho mesénquima forma una cápsula de cartílago (cápsula nasal) que dará origen al tabique nasal en la línea media y a la pared nasal lateral <sup>(9,25)</sup>. Un poco después de la degeneración de la membrana oronasal, se forma un tapón de células epiteliales en la región externa de la cavidad nasal primitiva, por lo que esta comunicación con el exterior se ocluye transitoriamente; a finales del cuarto mes, dicho tapón desaparece <sup>(9)</sup>.

#### 1.2.5 La faringe primitiva

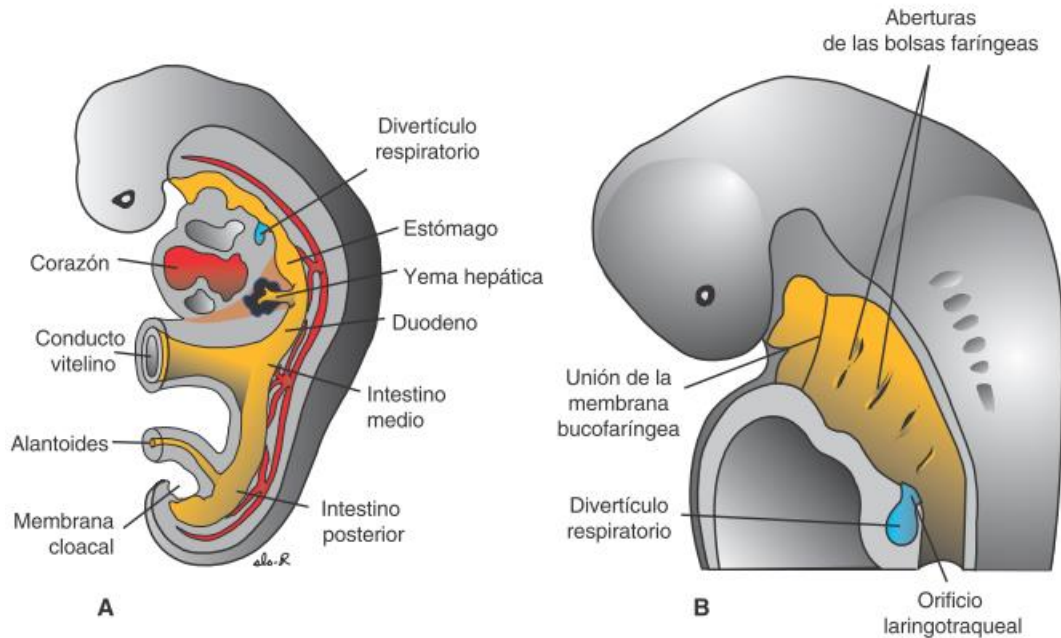
Corresponde a la región más craneal del intestino primitivo, que va desde la membrana orofaríngea hasta el divertículo respiratorio <sup>(17)</sup>. Las células de la cresta neural migran hacia este sitio durante la cuarta semana y se disponen alrededor del endodermo, comienzan a proliferar y dan origen a los arcos faríngeos. Hacia finales de la cuarta semana se pueden evidenciar cuatros pares de arcos faríngeos formados por un núcleo de



mesénquima rodeados por ectodermo superficial y revestidos en su interior por el endodermo del intestino faríngeo. En el interior, el endodermo se evagina entre los arcos faríngeos para dar origen a las bolsas faríngeas, las cuales participan en la formación de las glándulas del cuello. Por otra parte, el ectodermo de superficie se invagina para dar origen a los surcos o hendiduras faríngeas <sup>(9,17,25)</sup>. Los músculos de la vía respiratoria superior derivan de los mioblastos del mesodermo presomítico y de la placa precordial que migran hacia los arcos faríngeos <sup>(17)</sup>.

### 1.2.6 La laringe

El primer indicio de la formación de la laringe y de la vía respiratoria inferior aparece durante la cuarta semana del desarrollo como un surco en la línea media del epitelio endodérmico del intestino primitivo anterior, en el suelo de la faringe primitiva, que recibe el nombre de surco laringotraqueal <sup>(17)</sup>. Posteriormente, la pared de del epitelio endodérmico de esa zona se evagina en sentido ventrocaudal dando origen al divertículo respiratorio o yema pulmonar (Figura 1.5) <sup>(2,25)</sup>. Conforme el divertículo respiratorio crece, el endodermo es rodeado por mesodermo esplácnico; el endodermo que reviste a la yema pulmonar da origen al epitelio y glándulas de la laringe y del tracto respiratorio inferior, mientras que el mesodermo esplácnico y de los arcos faríngeos cuarto y sexto dan origen al tejido conjuntivo, cartílago y músculo liso de dichas estructuras. El mesénquima de estos dos últimos arcos faríngeos, que deriva principalmente de células de la cresta neural, da origen a los cartílagos tiroideos, cricoides, corniculados, cuneiformes y aritenoides <sup>(16,24)</sup>. Debido a la rápida proliferación del epitelio de la faringe primitiva, su luz se ocluye transitoriamente hasta que reaparece más tarde debido al proceso de vacuolización y recanalización, dando como resultado a la formación de los ventrículos laríngeos y a las cuerdas vocales verdaderas y falsas. Los músculos de la laringe que derivan del mesénquima del cuarto y sexto arcos faríngeos, están inervados por ramas del neumogástrico; los del cuarto arco son inervados por la rama laríngea superior y los del sexto arco por el nervio laríngeo recurrente <sup>(25)</sup>.



**Figura 1.5 formación del divertículo respiratorio**

Dibujo representativo de un corte sagital en una vista lateral izquierda de un embrión de cuatro semanas. Se observa el divertículo respiratorio formándose a partir del intestino primitivo anterior.

Sadler, T. and Langman, J., 2019. Langman embriología médica. 14th ed. Wolters Kluwer.

### 1.3 ANOMALÍAS DE LA VÍA AÉREA SUPERIOR

Las anomalías de la vía aérea superior representan un grupo amplio de entidades patológicas cuyo diagnóstico temprano y tratamiento oportuno reduce mucho la mortalidad fetal y neonatal. A pesar de que en la actualidad existen estudios de imagen que se llevan a cabo en las mujeres embarazadas de manera rutinaria, aún falta trabajo por hacer para reducir significativamente la morbimortalidad en el periodo perinatal.

#### 1.3.1 Síndrome CHAOS

Por sus siglas en inglés, es causado por una atresia o estenosis de la laringe o de la tráquea. Dicho síndrome tiene como consecuencia una obstrucción parcial o completa de la vía aérea superior del feto. En los ultrasonidos prenatales, este síndrome se caracteriza por la presencia de ambos pulmones hiperecóticos y aumentados de tamaño, vías aéreas

dilatadas por debajo del sitio de la obstrucción y diafragma invertido o incluso aplanado (18).

### 1.3.2 Laringomalacia

Es otra de las anomalías más frecuentes de la vía aérea superior y representa la principal causa de estridor respiratorio en los recién nacidos (14), también corresponde a la anomalía de la laringe más común de la infancia (19). Fisiológicamente se puede describir como un colapso hacia adentro de las estructuras de la región supraglótica que ocurre durante la inspiración (7). Clínicamente, el estridor se presenta durante la inspiración y empeora durante la alimentación, el llanto, la posición en supino y cuando el lactante está agitado (14). Entre los hallazgos más comunes durante la endoscopia se observa la presencia de pliegues aritenoepiglóticos cortos, mucosa voluminosa y redundante sobre los cartílagos aritenoides y la presencia de epiglotis en forma de omega. La clasificación actual más práctica de esta patología corresponde a la propuesta por Holinger y Konior, la cual toma en cuenta la dirección en la que ocurre el colapso de la región supraglótica: Tipo A, que ocurre hacia la región posterolateral, en la que hay colapso de los pliegues aritenoideo y ariepiglótico; Tipo B, en la que hay un colapso completo de las estructuras supraglóticas; Tipo C, en la cual ocurre un colapso de la región anterior, en este caso la epiglotis es la que colapsa durante el proceso de inspiración (7).

### 1.3.3 Atresia de las coanas

Anomalía poco común, definida como el estrechamiento anatómico de las aberturas posteriores de la cavidad nasal, asociado con la hipoplasia de la nasofaringe, anomalía que suele presentarse en casos de disostosis craneofacial y mandibulofacial (19). Se puede presentar de forma unilateral o bilateral y estar asociada con otras anomalías obstructivas de la vía aérea superior. Su presentación clínica puede variar desde una obstrucción aguda de la vía aérea hasta sinusitis crónica recurrente. Aún no se describe la causa exacta de esta anomalía congénita, sin embargo, se han aceptado algunas probables causas, como la falta de obliteración de la membrana orofaríngea, la presencia anormal de

mesodermo en la región posterior de la cavidad nasal en formación, o la migración aberrante de las células de la cresta neural <sup>(13)</sup>.

#### 1.3.4 Estenosis subglótica

Es una anomalía congénita de la laringe en la que su luz tiene un diámetro de 4 mm o menos en los recién nacidos, siendo el mayor grado de obstrucción 2 a 3 mm por debajo de las cuerdas vocales verdaderas <sup>(24)</sup>. Esta anomalía es el resultado de la hipoplasia del anillo cricoideo. La estenosis subglótica puede ser de tipo mucoso (forma adquirida), o de tipo membranoso (congénita) <sup>(21)</sup>. Actualmente se considera que es causada por una recanalización inadecuada del intestino primitivo anterior. En la variante menos severa de esta anomalía se observa que el cartílago cricoides tiene un diámetro inferior al promedio y suele tener forma elíptica <sup>(24)</sup>.

#### 1.3.5 Estenosis de la apertura del piriforme

Esta anomalía es causada por el crecimiento excesivo de uno o ambos procesos nasales mediales, esto tiene como consecuencia la obstrucción de la cavidad nasal en la región anterior <sup>(1)</sup>. Suele estar asociada con otras anomalías como la ausencia del frenillo maxilar, microcefalia, hipoplasia mediofacial, disfunción pituitaria, paladar hendido submucoso, entre otras. Algunos de los hallazgos clínicos asociados a esta anomalía del desarrollo son: paladar de forma triangular, crecimiento óseo excesivo del proceso nasal del maxilar y estrechamiento anterior de la cavidad nasal <sup>(20)</sup>. También, el crecimiento excesivo del proceso maxilar suele causar estenosis del conducto nasolagrimal. Se ha documentado que hasta un 60% de estos pacientes tienen un diente incisivo maxilar central. El criterio diagnóstico es una apertura del piriforme que sea inferior 11 mm en pacientes de la edad escolar <sup>(1)</sup>.

#### 1.3.6 Estenosis medionasal

Es una anomalía poco común causada por el crecimiento asimétrico y excesivo de las estructuras óseas de la pared lateral de la cavidad nasal hacia la línea media, debida al crecimiento excesivo del tabique nasal <sup>(20)</sup>. Esta anomalía suele asociarse frecuentemente con el síndrome alcohol fetal. En los estudios de imagen se evidencia estrechamiento de la región nasal media que puede ser aislado o asociado con estenosis del resto de la cavidad nasal. En los casos menos severo, esta anomalía suele resolverse de manera espontánea con el crecimiento de las estructuras faciales alrededor de los seis meses de edad <sup>(1)</sup>.

### 1.3.7 Membranas laríngeas congénitas

Se describen como la presencia anormal de tejido membranoso en la región anterior de la laringe, que ocupa parte del espacio glótico o incluso subglótico y causa cierto grado de obstrucción de la vía aérea. Esta anomalía se produce debido a la persistencia de una lámina del epitelio endodérmico, remanente de la fase sólida de esa región del intestino primitivo. Su clasificación depende del grado de obstrucción de la región glótica. Tipo 1: afecta al 35% o menos de la región glótica y no se asocia a estenosis. Tipo 2: membrana delgada o moderadamente gruesa que afecta 35 al 50% de la región glótica; el grado de obstrucción que produce es leve. Tipo 3: afecta 50 a 75% de la región glótica. Produce disfunción de las cuerdas vocales y obstrucción moderada a grave de la vía aérea. Tipo 4: membrana fina que abarca la región de la glotis y la subglotis en un 75 a 90%. Esta variable que es la más grave, produce afonía y una obstrucción importante de la vía aérea. La presentación clínica depende del grado de obstrucción, y los síntomas pueden variar desde disfonía y cambios en el tono de la voz, hasta disfunción de las cuerdas vocales que causen afonía y dificultad para respirar <sup>(3)</sup>.

## **1.4 ANTECEDENTES**

Después de realizar una búsqueda sistemática de bibliografía se encontró alguna información con respecto a el desarrollo de la laringe, sin embargo, sin embargo, el resto de la vía aérea superior ha sido poco estudiado en fetos humanos. En 2010 Miklaszewska

y Gawlikowska realizaron un estudio morfométrico del desarrollo de la laringe en 47 fetos humanos, entre 13 a 27 semanas de edad, de los cuales 27 eran del sexo masculino y 20 del sexo femenino. Realizaron 5 medidas de la laringe: altura total, altura de la pared anterior, altura de la pared posterior, diámetro sagital de su apertura y el diámetro sagital externo del cartílago cricoides. En este estudio encontraron que las longitudes medias fueron mayores en los fetos masculinos que en los fetos femeninos en algunas etapas del desarrollo. También encontraron que las dimensiones ecográficas de la laringe son mayores que las dimensiones encontradas durante los exámenes post mortem.

En 2013 Liberty y colaboradores evaluaron la estructura y el desarrollo de la laringe y faringe fetales mediante el uso de ultrasonidos 2D y 3D. Este estudio fue realizado en 582 fetos humanos en el tercer trimestre de gestación, teniendo éxito en 218 de ellos. En este estudio se identificaron 5 estructuras anatómicas: el hueso esfenoideas, la apófisis pterigoides, los músculos constrictores, los recesos piriformes y la úvula. Entre los hallazgos importantes resaltó que la laringe y la faringe fetales se pueden evaluar a fondo utilizando este tipo de ecografías. También establecieron gráficos de dispersión de las estructuras medidas contrastadas con la edad gestacional.

Katori y colaboradores (2011) llevaron a cabo un estudio del desarrollo fetal de la epiglotis en el que evaluaron las células mesenquimáticas y el tejido fibroso de las estructuras laríngeas. Este estudio histológico fue realizado a 18 fetos humanos de entre 7 y 25 semanas de edad. Identificaron una condensación de mesénquima que aparece en la semana 9 del desarrollo, a nivel de la epiglotis en desarrollo, en su región posterior y por encima del cuerpo del hueso hioides. También encontraron que entre las semanas 12 y 15 la raíz de la epiglotis desciende hasta el nivel del cartílago tiroides; después de la semana 20, vuelve a ascender hasta sobresalir por encima del cuerpo del hueso hioides.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

Las malformaciones congénitas de la vía aérea superior abarcan un amplio espectro de patologías que suelen ser subdiagnosticadas durante el control prenatal. Algunas de estas anomalías son mortales para el producto de la concepción si no se

diagnostican y atienden a tiempo, por lo que es indispensable establecer parámetros de referencia normales de la vía aérea superior para así facilitar el diagnóstico prenatal de estas anomalías congénitas. Mediante estudios como las ultrasonografías, en la mayoría de los casos, y las resonancias magnéticas, en los casos en que sea necesario, se logrará reducir considerablemente la tasa de mortalidad asociada a estas anomalías al proveer la información que ayude a realizar el diagnóstico temprano y el tratamiento oportuno.

La evidencia científica actual provee información de grupos étnicos diferentes al nuestro, por lo que es necesario realizar un estudio en fetos humanos de nuestra población

## **1.6 OBJETIVO GENERAL**

Establecer parámetros morfométricos normales de las estructuras y las zonas de la vía aérea superior (VAS) durante el desarrollo, en fetos humanos

## **1.7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Identificar puntos anatómicos de referencia de las diferentes zonas de la VAS en el plano sagital.
2. Medir el eje longitudinal de cada una de las zonas de la VAS en los cortes sagitales.
3. Medir el eje transversal de cada una de las zonas de la VAS en los cortes coronales.
4. Comparar la anatomía y las proporciones de las estructuras y las zonas de la VAS durante el desarrollo entre fetos femeninos y masculinos.

## CAPÍTULO 2

### MATERIAL Y MÉTODOS

#### 2.1 MATERIAL

##### 2.1.1 Fetos

Para este estudio se utilizaron una población de 30 fetos humanos que pertenecen a la colección de embriones y fetos del Departamento de Embriología de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Todos los fetos son procedentes de la región Noreste de México, fueron producto de aborto espontáneo y se encuentran preservados en formaldehído al 10%.

Se utilizaron 16 fetos de sexo masculino y 14 de sexo femenino, entre 12 y 24 semanas de edad morfológica.

##### 2.1.2 Criterios de inclusión

- Fetos con características externas normales.
- Fetos que conserven íntegras las estructuras de la vía aérea superior.
- Fetos de 12 a 24 semanas de edad morfológica.

##### 2.1.3 Criterios de exclusión

- Fetos con presencia de anomalías evidentes a la exploración física.
- Fetos con disección previa de estructuras de la vía aérea superior.
- Fetos menores de 12 semanas, o mayores de 24 semanas de edad morfológica.

##### 2.1.4 Criterios de eliminación



- Fetos con presencia de anomalías detectadas durante la disección.

### 2.1.5 Equipo utilizado

#### 2.1.5.1 Equipo para morfometría

Para medir las dimensiones anatómicas y determinar la edad morfológica se utilizaron un vernier digital, una cinta métrica de 50 cm y una regla convencional de 30 cm.

#### 2.1.5.2 Equipo para Corte y congelación

Para la congelación de los fetos se utilizó un congelador vertical de dos puertas Whirlpool®, modelo HMG-19164. Para realizar los cortes sagitales y coronales se utilizaron dos cuchillas industriales de acero inoxidable recién afiladas.

#### 2.1.5.3 Fotomicroscopio

Para la toma de las fotografías y la realización de las mediciones de los cortes se utilizó el fotomicroscopio de la marca Carl Zeiss® modelo Stemi 508, el cual incluye un software de medición ZEN 3.2 (Blue edition).

#### 2.1.5.4 Software para el análisis estadístico

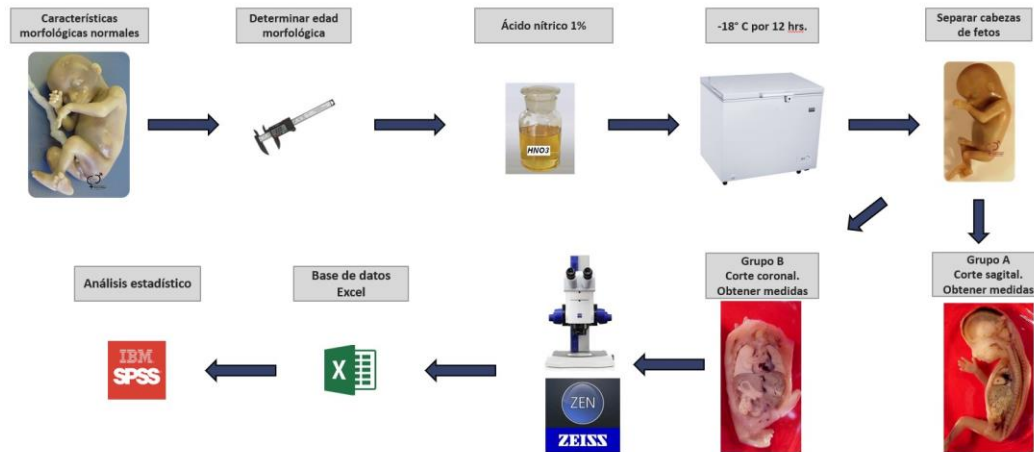
Para la recolección y organización de los datos obtenidos durante la toma de medidas se utilizó una base de datos de Microsoft Office Excel versión 2019. Para el análisis estadístico se utilizó el software de SPSS de IBM versión 24

### 2.1.6 Tipo de estudio

El estudio que se llevó a cabo es de tipo descriptivo, longitudinal, prospectivo.

## **2.2 METODOLOGÍA GENERAL**

En la figura 2.1 se muestra la metodología general que se aplicó en este estudio.



**Figura 2.1 estrategia general**

Esquema representativo de la estrategia general usada durante este proyecto.

## 2.3 MÉTODO

### 2.3.1 Selección de la muestra y morfometría

Para el proceso de selección de los fetos, se consideraron sólo aquellos que tuvieran características morfológicas externas normales. Para obtener un registro morfométrico integral de cada feto y para descartar la presencia de anomalías morfológicas, se realizó el examen físico y se registraron, en mm, las medidas siguientes:

#### 2.3.1.1 Cabeza y cuello

##### 2.3.1.1.1 Evaluación de simetría y morfología.

Mediante la exploración visual se descartó la presencia de anomalías en la cabeza y en el cuello, observando la simetría y revisando la presencia de ambos globos oculares, la simetría de la nariz, la presencia de ambas orejas, así como su simetría, y la simetría del cuello. Mediante la palpación se evaluó la integridad de la bóveda craneal, así como también de los huesos faciales.

2.3.1.1.2 Permeabilidad de narinas, conductos auditivos y presencia de globos oculares.

Se revisó la permeabilidad de ambas narinas y de ambos conductos auditivos externos mediante la introducción de la punta de una pinza de disección en los respectivos meatos. Con la ayuda de unas pinzas de disección se separaron sutilmente ambos párpados hasta evidenciar la presencia de ambos globos oculares.

#### 2.3.1.1.3 Integridad de la lengua y el paladar

Para descartar la presencia de anomalías palatinas y de la lengua, se introdujo la punta de las pinzas de disección cerradas en la cavidad oral para después separarlas y abrir la boca; se corroboró la presencia de la lengua, su integridad estructural, así como la del paladar.

#### 2.3.1.1.4 Perímetro cefálico

Se midió la circunferencia de la cabeza desde la glabella, rodeando con la cinta la corona de la cabeza hasta llegar al mismo punto.

#### 2.3.1.1.5 Longitud fronto-occipital

Se midió la distancia entre la glabella y inión.

#### 2.3.1.1.6 Longitud biparietal

Se midió desde el borde superior del hélix de la oreja, pasando por el vértex, hasta el mismo plano en el lado contralateral.

#### 2.3.1.1.7 Orejas

Se midió la longitud vertical de las orejas desde el borde superior del hélix hasta el borde inferior del lóbulo. Para descartar implantación baja de las orejas, primero se determinó el plano transversal de ambos ojos; para ello se colocó una regla sobre los ojos transversalmente, de tal manera que coincidiera el epicanto interno externo con borde

superior de la regla. Se consideró como implantación normal de las orejas, aquellas en las que se pudiera observar el borde superior del hélix por encima de la línea superior de la regla. Se consideró como orejas de implantación baja aquellas en las que el borde superior del hélix estuviera por debajo del plano trasversal de ambos ojos.

#### 2.3.1.1.8 Ojos

Para descartar la presencia de hipertelorismo primero se midió la longitud transversal entre ambos epicantos internos. Posteriormente se midió la longitud entre ambos epicantos de cada ojo, considerándose la longitud transversal del ojo. Después se compararon ambas medidas, descartando los fetos en los que la segunda medida fuera mayor que la primera.

### 2.3.1.2 Tórax

#### 2.3.1.2.1 Evaluación de simetría y morfología

Mediante la exploración visual se descartó la presencia de anomalías en la caja torácica, observando su simetría y revisando la presencia de ambos pezones, así como la integridad de su estructura. Mediante la palpación se corroboró la presencia de todas las costillas, las cuales se contaron para determinar el número correcto de ellas. También se palparon ambas clavículas para descartar la ausencia de alguna de ellas.

#### 2.3.1.2.2 Perímetro torácico

Para esta medida se colocó el número cero de la cinta métrica en la línea media a la altura de ambos pezones. Se rodeó el tórax con la cinta métrica hasta llegar al mismo punto y se registró la medida.

### 2.3.1.3 Abdomen

#### 2.3.1.3.1 Evaluación de simetría y morfología.

Mediante la exploración visual se descartó la presencia de anomalías en el abdomen o la presencia de hernias visibles. Mediante la palpación se descartó la presencia

de abultamientos o hundimientos anormales. Se analizó la estructura, localización en la línea media e integridad del cordón umbilical y se revisó la presencia de dos arterias y una vena incluidas dentro del tejido conectivo del mismo.

#### 2.3.1.3.2 Perímetro abdominal

Se midió la circunferencia del abdomen justo por encima del origen del cordón umbilical.

#### 2.3.1.4 Pelvis y periné

##### 2.3.1.4.1 Evaluación de simetría y morfología

Mediante la exploración visual se observó la presencia de los genitales externos y se determinó el sexo anatómico de cada feto. También se analizó la integridad de los genitales externos. Se observó la simetría de la cadera y de la región pélvica, perineal y de las nalgas. Mediante la palpación se descartaron anomalías estructurales de la cadera, así como también se evaluaron ambas articulaciones de la cadera con la prueba de Ortolani para descartar luxación de las mismas.

##### 2.3.1.4.2 Evaluación de la permeabilidad del orificio anal

Se evaluó la permeabilidad del orificio anal introduciendo la punta de unas pinzas de disección.

#### 2.3.1.5 Extremidades

##### 2.3.1.5.1 Evaluación de simetría y morfología

Visualmente se determinó la presencia de las cuatro extremidades y de todos sus segmentos, así como la presencia de cinco dedos en cada mano y en cada pie. Mediante la palpación se descartó la ausencia de estructuras óseas en las cuatro extremidades, así como la presencia de luxaciones en cualquiera de sus segmentos.

##### 2.3.1.5.2 Longitud próximodistal de la mano

Se midió desde la unión del antebrazo con la mano (articulación carpometacarpiana) hasta la punta del tercer dedo.

#### 2.3.1.5.3 Longitud del muslo

Con las articulaciones de la cadera y de la rodilla flexionadas, se colocó una regla sobre la cara lateral del muslo. Se colocó la línea que marca el 0 a la altura del borde posterior de la nalga y se midió hasta la altura del borde anterior de la rodilla flexionada.

#### 2.3.1.5.4 Longitud de la pierna

Con la rodilla flexionada, se colocó una regla sobre la cara lateral de la pierna. Se midió desde el maléolo externo hasta el plano medio de la articulación de la rodilla.

#### 2.3.1.5.5 Longitud del pie

Se colocó la regla sobre la planta del pie longitudinalmente. Se midió desde el borde posterior del talón hasta la punta del segundo orjejo.

### 2.3.2 Determinación de edad morfológica

Para determinar la edad morfológica se realizó la medición de la longitud craneocaudal con un vernier digital. Para ello, los fetos fueron colocados en posición de decúbito supino y se realizó una extensión total de la columna vertebral. Con el vernier se midió desde el vértice craneal hasta la región caudal. La longitud obtenida se comparó con los parámetros de edad morfológica establecidos en las tablas de Bangall, Jones y Harris (1975).

### 2.3.3 Clasificación de los fetos por grupo de edad

Conforme fueron seleccionados, los fetos fueron clasificados en tres grupos de edad: 12 fetos para el grupo de 12 a 16 semanas, de los cuales 6 fueron de sexo masculino

y 6 de sexo femenino; 12 fetos para el grupo de 17 a 20 semanas, de los cuales 6 fueron de sexo masculino y 6 de sexo femenino; 6 fetos para el grupo de 21 a 24 semanas, de los cuales fueron 4 de sexo masculino y 2 de sexo femenino (Tabla 1).

A su vez, esta muestra de 30 fetos fue dividida en dos grupos: el grupo A, para los fetos a los que se les realizó el corte sagital; el grupo B, para los fetos a los que se les realizó el corte coronal. Para obtener el mismo número de muestras para el corte sagital que del corte coronal, se asignó un total de 15 fetos para cada grupo como se muestra en la (tabla 1) (grupo A y grupo B).

	Corte sagital		Corte coronal	
	Grupo A		Grupo B	
Edad en semanas	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino
12 - 16	3	3	3	3
17 - 20	3	3	3	3
21 - 24	2	1	2	1
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>7</b>

**Tabla 1 Distribución de las muestras por edad y sexo**

#### 2.3.4 Descalcificación

Para este proceso se realizó el método del ácido nítrico al 5%. Se preparó una solución de 95 ml agua destilada con 5 ml de ácido nítrico <sup>(15)</sup>. Los fetos fueron sumergidos en la solución por un periodo que varió de 1 a 3 semanas, dependiendo del tamaño de la muestra.

Para determinar que el proceso de descalcificación fuera completo se utilizó el siguiente método químico <sup>(15)</sup>:

- Se prepara la solución A: 5 ml de hidróxido de amonio y 5 ml de oxalato de amonio.
- Se toman 5 ml de la solución descalcificadora en la que se encuentra el espécimen; la muestra se debe tomar del fondo del recipiente.

- Se mezclan los 5 ml de la solución descalcificadora con la solución A.

Si la mezcla se vuelve turbia quiere decir que no se logró la descalcificación correctamente, por lo que se debe continuar con el proceso, haciendo recambio de la solución descalcificadora. Si la mezcla es transparente, quiere decir que el proceso de descalcificación se ha logrado correctamente <sup>(15)</sup>.

### 2.3.5 Congelación

Una vez desclasificados, se procedió a la congelación de los especímenes para llevar a cabo la disección. Antes de la congelación, los fetos fueron colocados en un baño de agua corriente para retirar el exceso de formaldehído. Para la congelación los fetos fueron colocados en un congelador a -18° C durante 12 horas.

### 2.3.6 Corte

#### 2.3.4.1 Separación de la cabeza y el cuerpo

Inmediatamente después de extraer los fetos del congelador, se realizó el primer corte para separar las cabezas de los cuerpos. En posición de decúbito supino se realizó un corte transversal a nivel de la parte más alta del tórax, justo por debajo de las clavículas.

#### 2.3.4.2 Corte coronal

##### 2.3.4.2.1 Preparación para el corte coronal

Antes de llevar a cabo el corte coronal, se hizo una inspección de la superficie en la que se realizó el corte transversal infraclavicular. Se localizaron los puntos de referencia anatómicos tales como la tráquea, el esófago dorsal a ella y el esternón anterior a ella.

El bloque completo que incluye la cabeza, el cuello y la porción supraclavicular se colocó sobre la superficie plana del área de trabajo en la posición que corresponde al



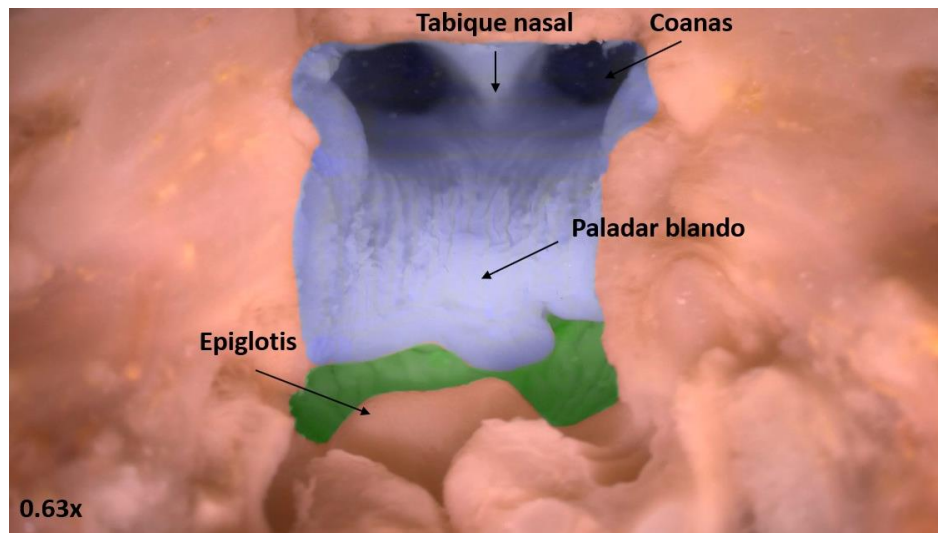
decúbito lateral derecho, de tal manera que el lado izquierdo quedó hacia arriba y el lado derecho dirigido hacia la superficie de la mesa. La superficie del corte transversal se dirigió hacia la vista del instrumentador, esto con la finalidad de alinear y ubicar la posición de la tráquea con respecto al plano en el que se planeó realizar el corte coronal. Se fijó el bloque de la cabeza y el cuello con soportes de unicel para evitar la movilidad durante el corte.

#### 2.3.4.2.2 Corte coronal

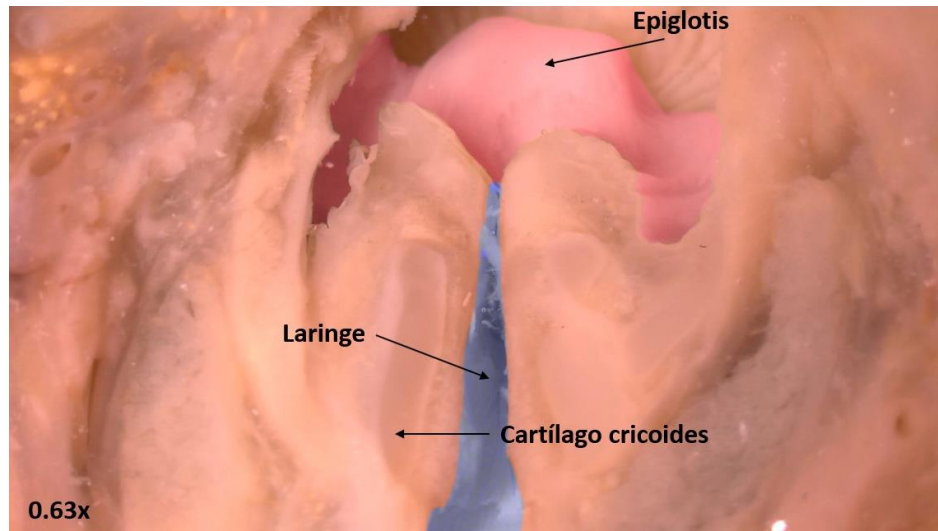
El corte se hizo por el lado derecho de la cabeza, en dirección hacia el lado izquierdo, colocando el filo de la navaja en un punto medio entre el trago de la oreja y el arco cigomático, alineando el plano del corte con la tráquea.

#### 2.3.4.2.3 Disección de las estructuras de la VAS

Sobre la superficie del plano del corte de la mitad anterior de la cabeza, se realizó la disección necesaria para retirar el exceso de tejido y de mucosa, de tal manera que se observaran la nasofaringe, la orofaringe, la laringofaringe, así como la laringe en toda su longitud (figuras 2.2 y 2.3).



Parte superior de la mitad ventral de la cabeza en corte coronal en la que se observan la región de la nasofaringe (en color azul) y la orofaringe (en color verde).



**Figura 2.3 Corte coronal 2**

Parte inferior de la mitad ventral de la cabeza en corte coronal en la que se observan una parte de la hipofaringe (en color rojo) y la luz de la laringe (en color azul).

### 2.3.4.3 Corte sagital

#### 2.3.4.3.1 Preparación para el corte sagital

Antes de llevar a cabo el corte sagital, se hizo una inspección de la superficie en la que se realizó el corte transversal infraclavicular. Se localizaron los puntos de referencia anatómicos, la tráquea, el esófago posterior a ella, y el esternón anterior a ella.

El bloque completo que incluye la cabeza, el cuello y la porción supraclavicular se colocó sobre la superficie plana del área de trabajo en la posición que corresponde al decúbito supino. La superficie del corte subclavicular se dirigió hacia la vista del instrumentador, esto con la finalidad de alinear y ubicar la posición de la tráquea con respecto al plano en el que se planificó realizar el corte sagital.

Se fijó el bloque de la cabeza y el cuello con soportes de unicel para evitar la movilidad durante el corte.

#### 2.3.4.3.2 Corte sagital

El corte se hizo alineando la navaja en la línea media. Para asegurar que el corte fuera mediosagital, al momento de realizarlo se cuidó que el filo de la navaja pasara por el punto medio de las siguientes estructuras: la glabella; la punta nasal; el filtrum; y el centro de la protuberancia mentoniana; a su vez alineando la navaja con respecto a la tráquea.

#### 2.3.4.3.3 Disección de las estructuras de la VAS

Sobre la superficie del plano del corte de ambas mitades de la cabeza, se realizó la disección necesaria para retirar el exceso de tejido y de mucosa, de tal manera que se permitiera la visibilidad de ambas fosas nasales, de la nasofaringe, la orofaringe, la laringofaringe, así como la laringe en toda su longitud. En los cortes sagitales se disecó la úvula para que la medida de la orofaringe fuera la real.

#### 2.3.7 Toma de medidas

Se llevó a cabo la fotografía de las estructuras anatómicas ya disecadas, utilizando el aumento de 0.63x y el objetivo 1x. Cada segmento anatómico fue medido en milímetros utilizando el software de medición ZEN 3.2 (Blue edition).

##### 2.3.5.1 Medidas en el plano coronal

###### 2.3.5.1.1 Longitud transversal de la coana (LTC).

Se determina midiendo desde el borde lateral de cada coana hasta el borde posterior del tabique nasal en la línea media (figura 2.4). Para poder comparar estadísticamente esta medida con las demás medidas, se sumaron ambas longitudes transversales de las dos coanas, obteniéndose la longitud transversal de la coana (LTC).

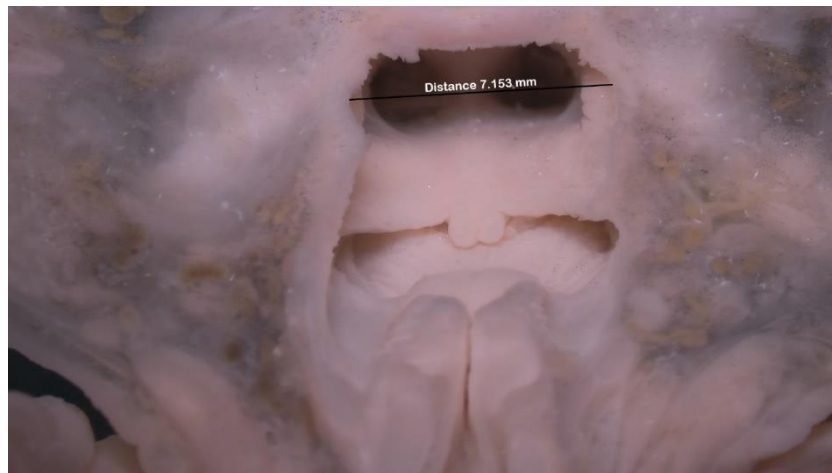


**Figura 2.4 Longitud transversal de la coana (LTC).**

Para obtener la LTC se sumaron las dos longitudes transversales de las dos coanas.

#### 2.3.5.1.2 Longitud transversal de la nasofaringe (LTNF)

Para esta medida se trazó y se midió una línea que une ambas paredes de la nasofaringe, a nivel del punto medio de la longitud vertical de las coanas (figura 2.5).



**Figura 2.5 Longitud transversal de la nasofaringe (LTNF).**

#### 2.3.5.1.3 Longitud transversal de la orofaringe (LTOF)

Primero se determinó la longitud vertical de la orofaringe, trazando una línea vertical que va desde el borde libre del paladar blando hasta el borde superior de la epiglotis. Para determinar la longitud transversal de la orofaringe, se trazó y se midió una

línea que une ambas paredes laterales de la orofaringe, pasando por el punto medio de la longitud vertical de la orofaringe (figura 2.6).



**Figura 2.6 Longitud transversal de la orofaringe (LTOF).**

#### 2.3.5.1.4 Longitud transversal de la laringe (LTL)

Se midió la longitud transversal de la laringe a altura del cartílago cricoides, para ello, primero se determinó la longitud vertical del cartílago cricoides, trazando una línea vertical que va desde el borde superior hasta el borde inferior del cartílago. Después se trazó y se midió una línea que une ambas superficies internas de la laringe, a nivel del punto medio de la altura del cartílago cricoides (figura 2.7).



**Figura 2.7 Longitud transversal de la laringe (LTL).**

#### 2.3.5.1.5 Diámetro del cartílago cricoides (DCC)

Se trazó y se midió una línea que vaya desde la superficie externa del cartílago cricoides de un lado al otro, pasando por la mitad de la longitud vertical del cartílago (figura 2.8).



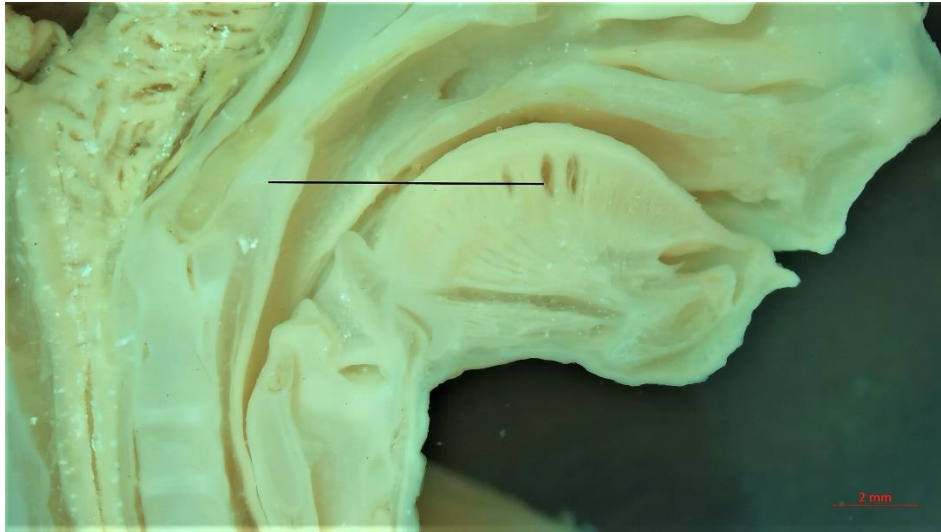
**Figura 2.8 Diámetro del cartílago cricoides (DCC).**

### 2.3.5.2 Medidas en el plano sagital

Para poder determinar las medidas de la vía aérea superior con precisión en el corte sagital, primero se identificaron los puntos de referencia anatómicos. Se identificó la espina nasal anterior; el paladar duro y el paladar blando; el borde libre posterior del paladar blando; la epiglotis y su borde superior; el cartílago cricoides; la luz de la nasofaringe, de la orofaringe, de la hipofaringe y de la laringe.

#### 2.3.5.2.1 Plano del paladar blando

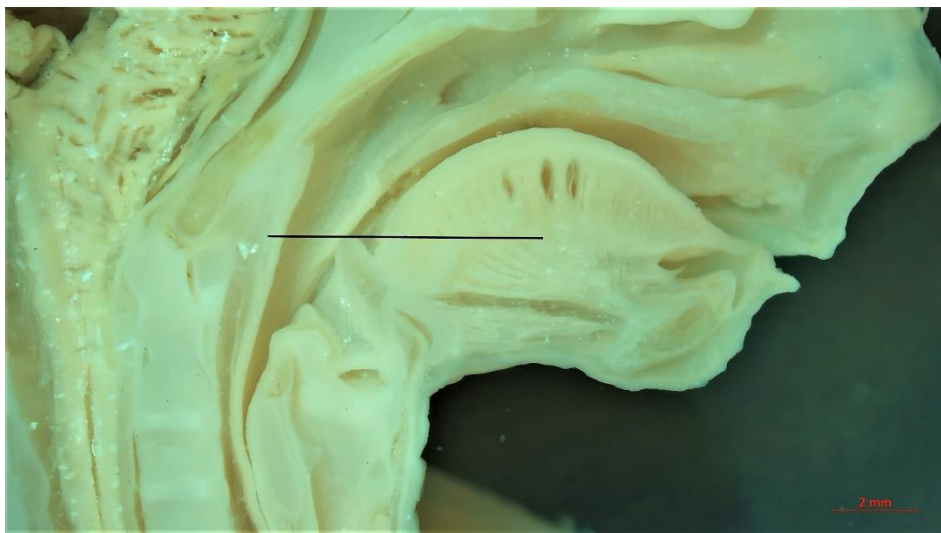
Se trazó una línea horizontal orientada en el eje ventrodorsal de la orofaringe; dicha línea debe tocar de manera tangencial el borde libre del paladar blando (figura 2.9).



**Figura 2.9 Plano del paladar blando.**

#### 2.3.5.2.2 Plano de la epiglotis

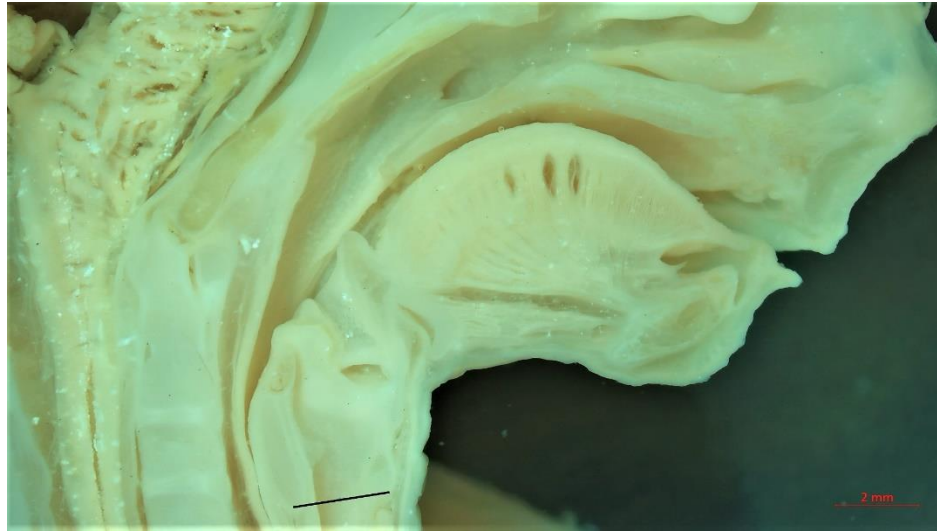
Se trazó una línea horizontal orientada en el eje ventrodorsal de la orofaringe; dicha línea debe tocar de manera tangencial el borde libre superior de la epiglotis y ser paralela a el plano del paladar blando (figura 2.10).



**Figura 2.10 Plano de la epiglotis.**

#### 2.3.5.2.3 Plano del borde inferior del cartílago cricoides

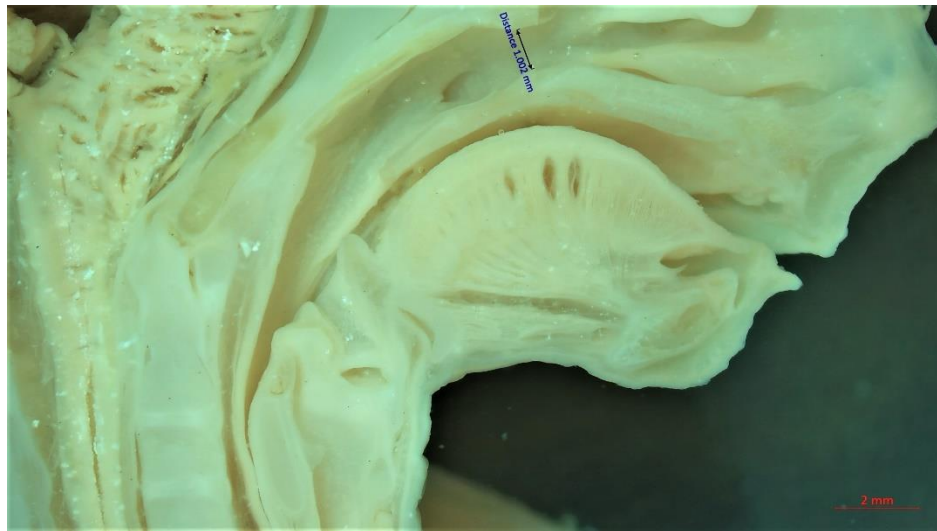
Se trazó una línea horizontal orientada en el eje ventrodorsal que pase tangencialmente al borde inferior del cartílago cricoides tanto en su mitad ventral como en su mitad dorsal (figura 2.11).



**Figura 2.11 Plano del borde inferior del cartílago cricoides.**

#### 2.3.5.2.4 Longitud vertical de la coana (LVC)

Se trazó y se midió una línea vertical desde la superficie epitelial superior de la coana hacia la superficie epitelial inferior, en el punto en el que se abre hacia la nasofaringe (figura 2.12).

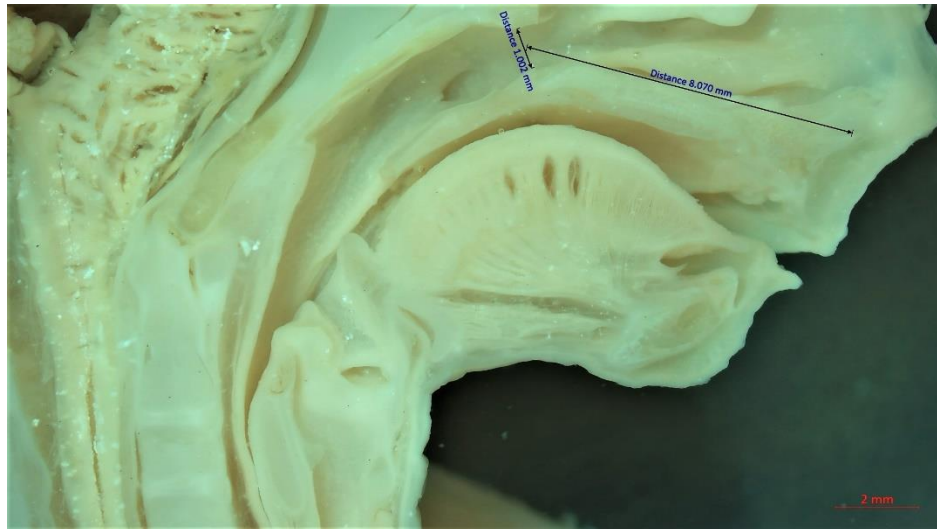


**Figura 2.12 Longitud vertical de la coana (LVC).**



#### 2.3.5.2.5 Longitud anteroposterior (ventrodorsal) de la cavidad nasal (LCN)

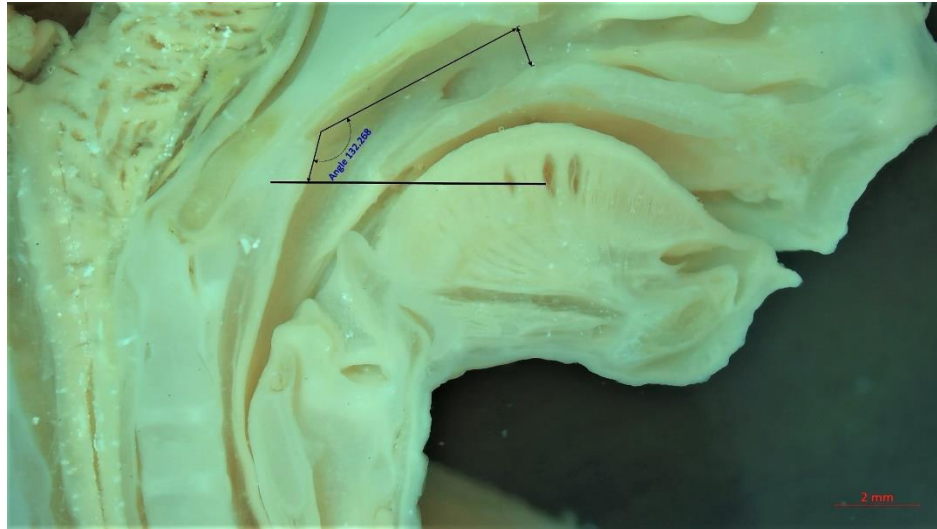
Se trazó y se midió una línea que vaya desde la punta anterior de la espina nasal anterior hasta el punto medio de la línea vertical de la coana (figura 2.13).



**Figura 2.13** Longitud anteroposterior de la cavidad nasal (LCN).

#### 2.3.5.2.6 Ángulo de la nasofaringe (ANF)

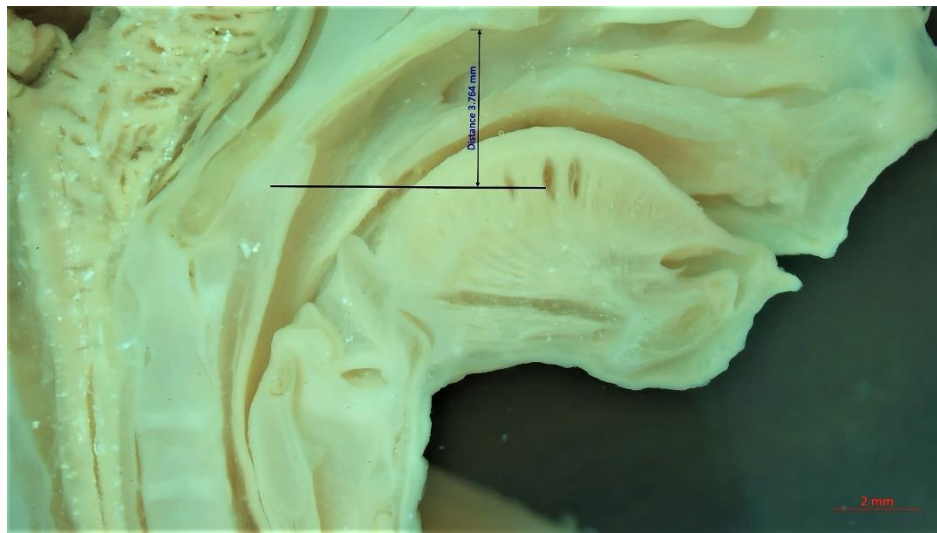
Se trazó una línea (primera línea del ángulo nasofaríngeo) que une el punto de flexión de la pared posterior de la nasofaringe con el techo de la coana; dicha línea debe recorrer de manera tangencial la superficie epitelial del techo de la nasofaringe. Se trazó otra línea (segunda línea del ángulo nasofaríngeo) que une el punto de flexión de la pared posterior de la nasofaringe con el plano del paladar blando; dicha línea debe recorrer de manera tangencial la superficie epitelial de la pared posterior de la nasofaringe. Se midió el ángulo que existe entre la primera y la segunda línea del arco nasofaríngeo, utilizando la herramienta de medición de ángulos del software ZEN 3.2 (Blue edition) (figura 2.14).



**Figura 2.14** Ángulo de la nasofaringe (ANF).

#### 2.3.5.2.7 Longitud vertical de la nasofaringe (LVNF)

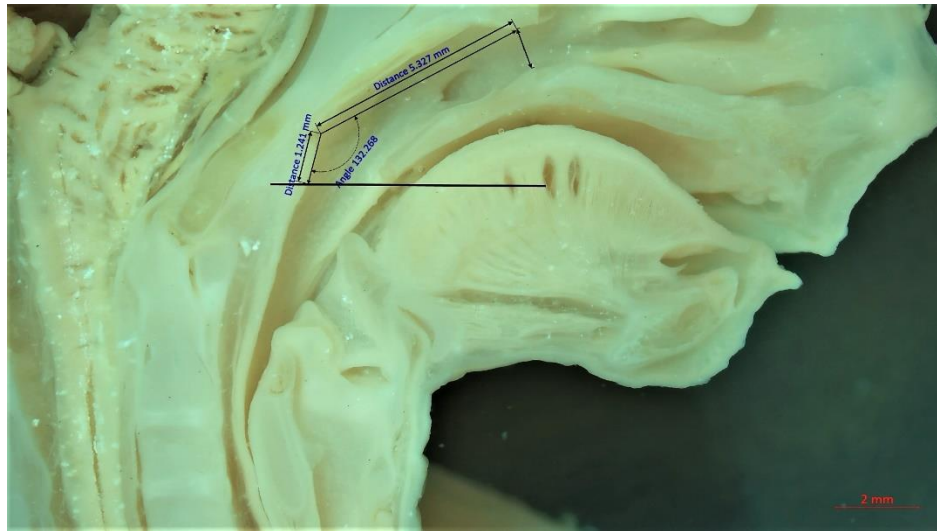
Se trazó y se midió una línea vertical que vaya desde el techo de la nasofaringe en su punto más alto, hasta el plano del paladar blando (figura 2.15).



**Figura 2.15** Longitud vertical de la nasofaringe (LVNF).

#### 2.3.5.2.8 Longitud total de la nasofaringe (LTN)

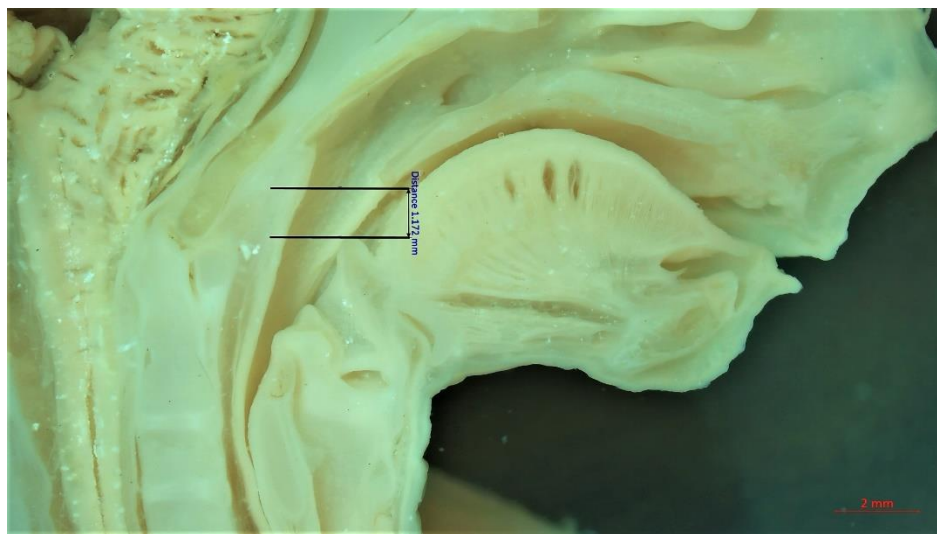
Para determinar esta medida se sumaron la longitud de la primera y la segunda línea del ángulo nasofaríngeo (figura 2.16).



**Figura 2.16** Longitud total de la nasofaringe (LTN).

#### 2.3.5.2.9 Longitud vertical de la orofaringe (LVOF)

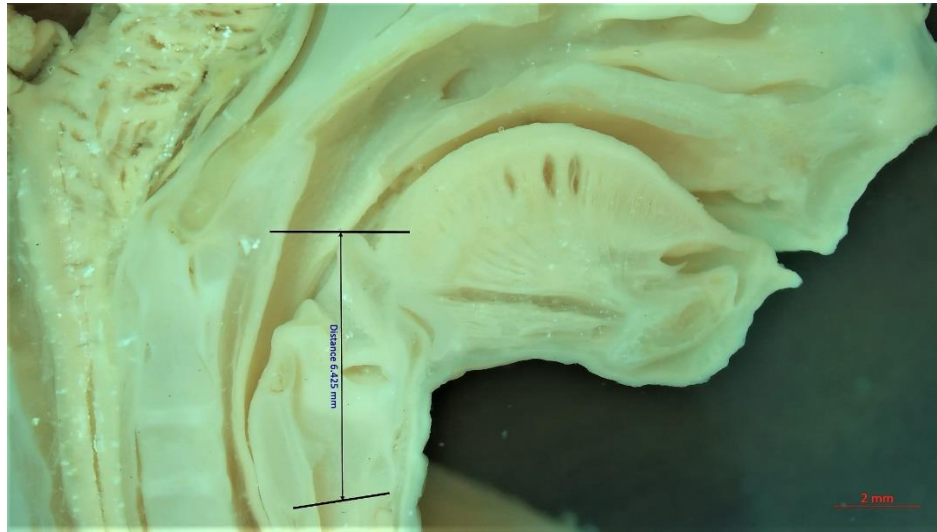
Se trazó y se midió una línea vertical que vaya desde el plano del paladar blando hasta el plano transversal de la epiglotis (figura 2.17).



**Figura 2.17** Longitud vertical de la orofaringe (LVOF).

#### 2.3.5.2.10 Longitud vertical de la hipofaringe (LVHF)

Se trazó y se midió una línea vertical que vaya desde el plano de la epiglotis hasta el punto medio del plano del borde inferior del cartílago cricoides (figura 2.18).



**Figura 2.18 Longitud vertical de la hipofaringe (LVHF).**

#### 2.3.8 Captura de datos en Excel

Todas las medidas obtenidas fueron capturadas en a una hoja de cálculo de Excel. Los datos fueron organizados de la misma manera tanto para el grupo A como para el grupo B, como se muestra en las tablas 2 y 3.

ID	EDAD	M	F	LVC	LCN	ANF	LTNF	LVNF	LVOF	LVHF
EH-38-02	12		X	1.0	8.0	132.3	6.6	3.7	1.2	6.4
EH-1217-98	13	X		0.7	7.4	121.6	6.7	4.0	0.3	7.0
EH-84-20	14		X	1.7	10.8	121.0	10.9	6.0	1.8	7.0
EH-10-17	15	X		1.3	15.0	117.8	11.8	6.0	0.3	8.6
EH-46-20	15	X		1.6	13.4	121.7	8.8	4.9	1.0	8.4
EH-141-99	16		X	1.4	13.5	109.8	11.9	5.3	0.4	9.8
EH-94-20	17	X		1.0	17.2	111.1	8.2	3.8	1.7	11.4
EH-15-13	18		X	2.0	16.8	122.0	11.7	6.7	1.3	10.6
EH-142-99	18		X	1.4	18.8	121.8	11.2	6.2	1.9	12.6
EH-07-10	19	X		1.8	17.9	121.2	14.5	8.5	0.5	11.2
EH-908-98	19		X	1.6	19.9	117.5	12.9	9.5	0.4	12.4
EH-692-98	19	X		1.6	20.4	120.3	13.8	5.6	1.7	13.8
EH-284-03	21	x		2.3	23.6	120	16.5	8.1	1.2	14.3
EH-73-20	22		X	1.9	22.4	122.4	16.1	8.3	1.5	13.9
EH-147-03	22	x		2.2	21.2	120.8	15.1	8	0.4	13.9

Tabla 2 Base de datos con todas las medidas obtenidas en el plano sagital.

ID	EDAD	M	F	LTCI	LTCO	LTNF	LTOF	LTL	DCC
EH-7-13	12		X	1.8	1.9	3.3	2.3	0.4	3
EH-24-00	12	X		1	1	3.7	3	0.7	3.3
EH-337-96	13		X	2.2	2.1	4	3.5	0.3	3
EH-609-98	14	X		1.7	1.6	5	4.9	1	5.8
EH-134-99	15	X		1.4	1.5	4.4	3.9	0.9	4.3
EH-80-20	15		X	2.1	2.1	7.2	7.5	1	4.5
EH-1145-98	17		X	2.6	2.5	7	6.1	0.8	4.7
EH-40-20	17	X		2.5	2.6	6.6	6.1	0.6	5.1
EH-6-00	18		X	2.6	2.6	8.7	7.9	1.8	6.1
EH-79-20	18	X		2.6	2.6	8.7	6.3	1.2	6.2
EH-732-98	19	X		3.3	3.7	8.9	9.5	1.5	5.6
EH-1051-98	19		X	3.1	3.3	9.8	6.1	1.3	5.2
EH-84-10	21	X		3.9	4	8.6	6.7	1.2	5.2
EH-34-90	21		X	3.3	3.2	7.5	4.6	1.6	5.6
EH-4-21	24	X		3.4	3.4	8.8	8.3	1.3	6.6

Tabla 3 Base de datos con todas las medidas obtenidas en el plano coronal.

Todas las medidas obtenidas fueron organizadas por grupos de edad para poder hacer el análisis estadístico, como se observa en las tablas 4 y 5

	PLANO SAGITAL						
	LVC	LCN	ANF	LTNF	LVNF	LVOF	LVHF
<b>12 a 16</b>	1	8	132	6.6	3.4	1.2	6.4
	0.7	7.4	122	6.7	4	0.33	7
	1.71	10.8	121	10.9	6	1.75	7
	1.34	15	118	11.8	6	0.28	8.6
	1.6	13.4	122	8.8	4.9	1	8.4
	1.4	13.5	110	11.9	5.3	0.44	9.8
<b>17 a 20</b>	1	17.2	111	8.2	3.8	1.7	11.4
	1.96	16.8	122	11.7	6.7	1.3	10.6
	1.4	18.8	122	11.2	6.2	1.9	12.6
	1.78	17.9	121	14.5	8.5	0.5	11.2
	1.6	19.9	118	12.9	9.5	0.44	12.4
	1.6	20.4	120	13.8	5.6	1.7	13.8
<b>21 a 24</b>	2.3	23.6	120	16.5	8.1	1.2	14.3
	1.9	22.4	122	16.1	8.3	1.5	13.9
	2.2	21.2	121	15.1	8	0.4	13.9

**Tabla 4 Medidas obtenidas en el plano sagital organizadas por grupos de edad.**

	PLANO CORONAL				
	LTCI	LTCO	LTOF	LTL	DCC
<b>12 a 16</b>	1.8	1.9	2.3	0.4	3
	1	1	3	0.7	3.3
	2.2	2.1	3.5	0.3	3
	1.7	1.6	4.9	1	5.8
	1.4	1.5	3.9	0.9	4.3
	2.1	2.1	7.2	1	4.5
<b>17 a 20</b>	2.6	2.5	6.1	0.8	4.7
	2.5	2.6	6.1	0.6	5.1
	2.6	2.6	7.9	1.8	6.1
	2.6	2.6	6.3	1.2	6.2
	3.3	3.7	9.5	1.5	5.6
	3.1	3.3	6.1	1.3	5.2
<b>21 a 24</b>	3.9	4	6.7	1.2	5.2
	3.3	3.2	4.6	1.6	5.6
	3.4	3.4	8.3	1.3	6.6

**Tabla 5 Medidas obtenidas en el plano coronal organizadas por grupos de edad.**

### 2.3.9 Análisis estadístico

Para cada parámetro, se calculó la media aritmética ( $X$ ), la desviación estándar (DE) y se estableció el intervalo de confianza (IC) con un valor de alfa de 0.05.

Para determinar el nivel de correlación que existe entre los diferentes valores de cada una de las variables, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ).

Con la finalidad de determinar la presencia de dimorfismo sexual se aplicó el análisis de varianza de dos factores con alfa = 0.05 y también el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ).

## CAPÍTULO 3

### RESULTADOS

#### 3.1 RESULTADOS GENERALES

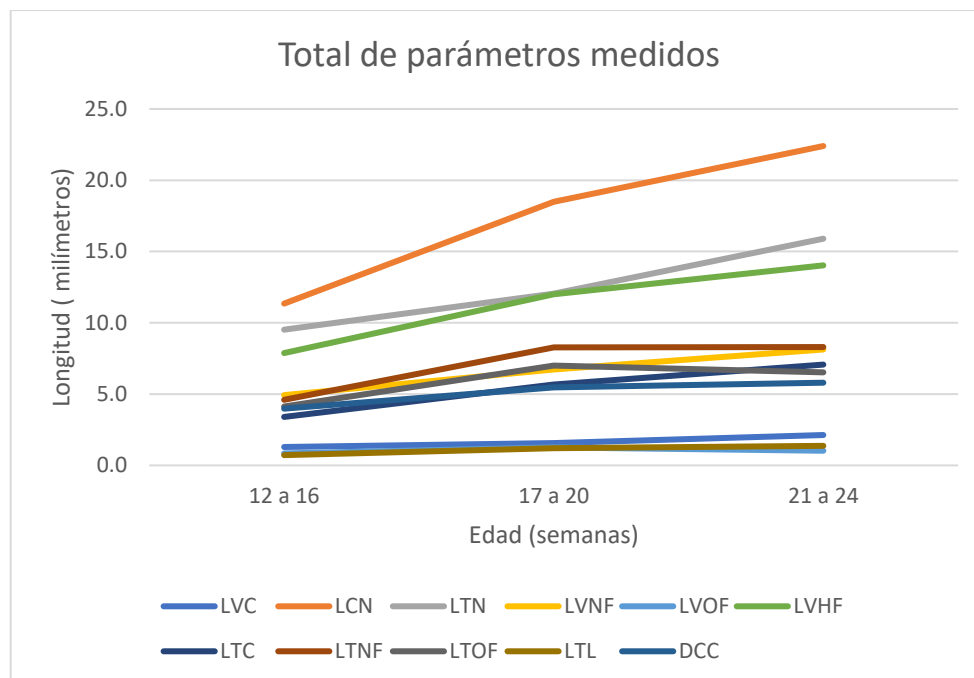
##### 3.1.1 Media aritmética de todos los parámetros.

Se obtuvo la media de cada una de las medidas tomadas para cada uno de los 3 grupos de edad (tabla 6).

	Edad		
	12 a 16	17 a 20	21 a 24
LVC	1.3	1.6	2.1
LCN	11.4	18.5	22.4
LTNF	9.5	12.1	15.9
LVNF	4.9	6.7	8.1
LVOF	0.8	1.3	1.0
LVHF	7.9	12.0	14.0
LTC	3.4	5.7	7.1
LTNF	4.6	8.3	8.3
LTOF	4.1	7.0	6.5
LTL	0.7	1.2	1.4
DCC	4.0	5.5	5.8
ANF	120.70	118.98	121.07

**Tabla 6 Media aritmética de todos los parámetros.**





**Gráfica 1. Medidas de cada parámetro por grupo de edad.**

### 3.1.2 Media, desviación estándar e intervalo de confianza

#### 3.1.2.1 Medidas obtenidas en los cortes sagitales.

		Medidas en el plano Sagital								
Región Anatómica	Parámetros	12 a 16			17 a 20			21 a 24		
		MEDIA	DE	IC	MEDIA	DE	IC	MEDIA	DE	IC
Cavidad Nasal	Longitud ventrodorsal de la cavidad nasal	11.35	3.14	8.8 - 13.9	18.49	1.46	17.32 - 19.70	22.40	1.20	21.04 - 23.76
	Longitud vertical de la coana	1.29	0.38	1.0 - 1.6	1.56	0.33	1.29 - 1.80	2.13	0.21	1.90 - 2.37
Nasofaringe	Ángulo de la nasofaringe	120.70	7.26	114.9 - 126.5	118.98	4.2	115.63 - 122.30	121.07	1.22	119.68 - 122.45
	Longitud total de la nasofaringe	9.52	2.35	7.6 - 11.4	12.05	2.26	10.24 - 13.9	15.90	0.72	15.08 - 16.72
	Longitud vertical de la nasofaringe	4.93	1.06	4.1 - 5.8	6.72	2.05	5.08 - 8.40	8.13	0.15	7.96 - 8.31
Orofaringe	Longitud vertical de la orofaringe	0.84	0.59	0.4 - 1.3	1.26	0.64	0.74 - 1.80	1.03	0.57	0.39 - 1.68
Hipofaringe	Longitud vertical de la hipofaringe	7.88	1.26	6.9 - 8.9	12.00	1.16	11.07 - 12.90	14.03	0.23	13.77 - 14.29

**Tabla 7 Media, desviación estándar e intervalo de confianza de los parámetros en el plano sagital.**

#### 3.1.2.2 Medidas obtenidas en los cortes coronales.

### Medidas en el plano Coronal

Región Anatómica	Parámetros	12 a 16			17 a 20			21 a 24		
		MEDIA	DE	IC	MEDIA	DE	IC	MEDIA	DE	IC
Cav. Nasal	Longitud transversal de la coana	3.40	0.87	2.7 - 4.1	5.67	0.82	5.01 - 6.30	7.07	0.74	6.23 - 7.90
Nasofaringe	longitud transversal de la nasofaringe	4.60	1.40	3.5 - 5.7	8.28	1.23	7.30 - 9.30	8.30	0.70	7.51 - 9.09
Orofaringe	Longitud transversal de la orofaringe	4.13	1.74	2.7 - 5.5	7.00	1.41	5.87 - 8.10	6.53	1.86	4.43 - 8.63
Laringe	Longitud transversal de la laringe	0.72	0.31	0.5 - 1.0	1.20	0.44	0.85 - 1.60	1.37	0.21	1.13 - 1.60
	Diámetro del cartilago crioides	3.98	1.10	3.1 - 4.9	5.48	0.59	5.01 - 6.00	5.80	0.72	4.98 - 6.62

**Tabla 8** Media, desviación estándar e intervalo de confianza de los parámetros en el plano coronal.

## 3.2 RESULTADOS POR REGIÓN ANATÓMICA

### 3.2.1 Cavidad nasal

#### 3.2.1.1 Longitud anteroposterior de la cavidad nasal

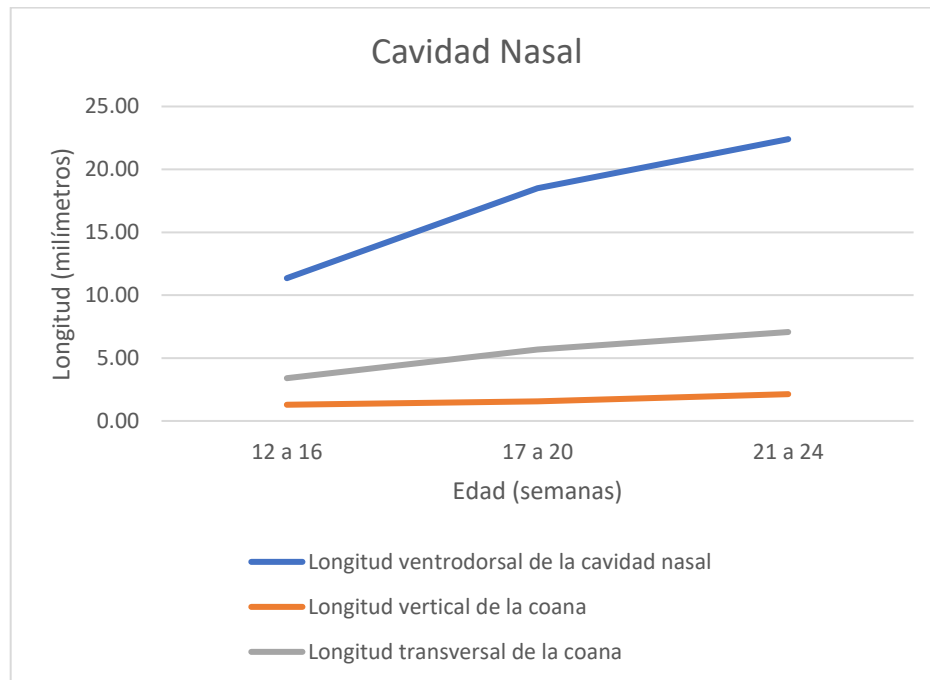
El rango de las medidas obtenidas en este parámetro fue de 7.4 a 23.6 mm. En el grupo **de 12 a 16 semanas** la media fue de 11.4 mm, con desviación estándar de 3.14 e intervalo de confianza de 8.8 mm - 13.9 mm. Para los fetos de **17 a 20 semanas** la media fue de 18.5 mm, con desviación estándar de 1.46 e intervalo de confianza de 17.32 mm - 19.70 mm. Para el grupo de **21 a 24 semanas** la media fue de 22.4 mm, con desviación estándar de 1.20 e intervalo de confianza de 21.04 mm - 23.76 mm (gráfica 2).

#### 3.2.1.2 Longitud vertical de la coana

El rango de las medidas obtenidas en este parámetro fue de 0.7 a 2.3 mm. En el grupo **de 12 a 16 semanas** la media fue de 1.29 mm con desviación estándar de 0.38 e intervalo de confianza de 8.8 mm - 13.9 mm. En el grupo de **17 a 20 semanas** la media fue de 1.56 mm, con desviación estándar de 0.33 e intervalo de confianza de 1.29 mm - 1.80 mm. En el grupo de **21 a 24 semanas** la media fue de 2.13 mm, con desviación estándar de 0.21 e intervalo de confianza de mm 1.90 mm - 2.37 mm (gráfica 2).

#### 3.2.1.3 Longitud transversal de la coana

El rango de las medidas obtenidas en este parámetro fue de 2.0 a 7.9 mm. En el grupo de **12 a 16 semanas** la media fue de 3.4 mm, con desviación estándar de 0.87 e intervalo de confianza de 2.7 mm - 4.1 mm. Para los fetos de **17 a 20 semanas** la media fue de 5.7 mm, con desviación estándar de 0.82 e intervalo de confianza de 5.01 mm - 6.30 mm. Para el grupo de **21 a 24 semanas** la media fue de mm 7.07, con desviación estándar de 0.74 e intervalo de confianza de 6.23 mm - 7.90 mm (gráfica 2).



**Gráfica 2. Medidas de los parámetros de la cavidad nasal.**

### 3.2.2 Nasofaringe

#### 3.2.2.1 Ángulo de la nasofaringe

El rango de las medidas obtenidas en este parámetro fue de 109.8 a 132.3 mm. En el grupo de **12 a 16 semanas** la media fue de 120.7°, con desviación estándar de 7.26 e intervalo de confianza de 114.9° - 126.5° . Para los fetos de **17 a 20 semanas** la media fue de 119 mm, con desviación estándar de 4.2 e intervalo de confianza de 115.63° - 122.30°.

Para el grupo de **21 a 24 semanas** la media fue de 121.07 mm, con desviación estándar de 1.22 e intervalo de confianza de 119.68° - 122.45°.

#### 3.2.2.2 Longitud total de la nasofaringe

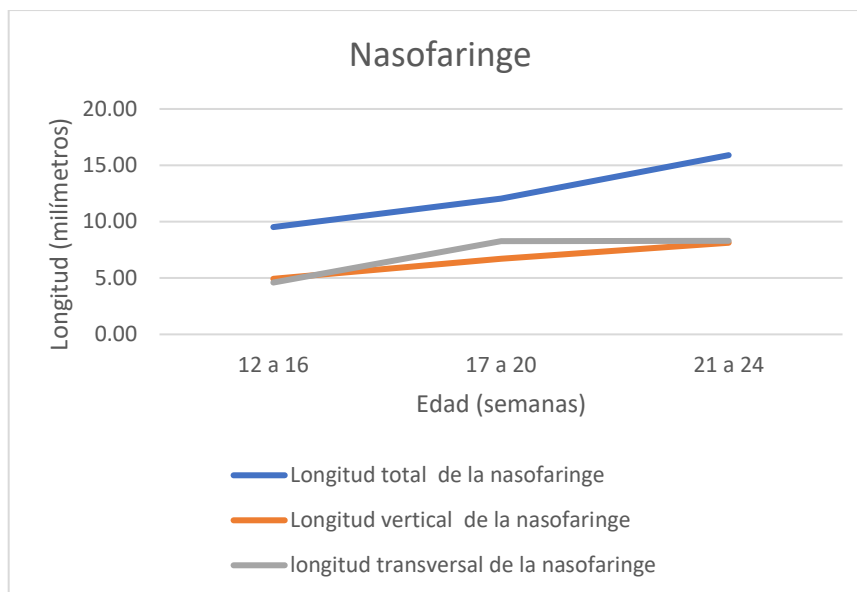
El rango de las medidas obtenidas en este parámetro fue de 6.6 a 16.5 mm. En el grupo **de 12 a 16 semanas** la media fue de 9.52 mm, con desviación estándar de 2.35 e intervalo de confianza de 7.6 mm - 11.4 mm. Para los fetos de **17 a 20 semanas** la media fue de 12.05 mm, con desviación estándar de 2.26 e intervalo de confianza de 10.24 mm - 13.9 mm. Para el grupo de **21 a 24 semanas** la media fue de 15.9 mm, con desviación estándar de 0.72 e intervalo de confianza de 15.08 mm - 16.72 mm (gráfica 3).

#### 3.2.2.3 Longitud vertical de la nasofaringe

El rango de las medidas obtenidas en este parámetro fue de 3.7 a 9.5 mm. En el grupo **de 12 a 16 semanas** la media fue de 4.93mm, con desviación estándar de 1.06 e intervalo de confianza de 4.1 mm - 5.8 mm. Para los fetos de **17 a 20 semanas** la media fue de 6.72 mm, con desviación estándar de 2.05 e intervalo de confianza de 5.08 mm - 8.40 mm. Para el grupo de **21 a 24 semanas** la media fue de 8.13 mm, con desviación estándar de 0.15 e intervalo de confianza de 7.96 mm - 8.31 mm (gráfica 3).

#### 3.2.2.4 Longitud transversal de la nasofaringe

El rango de las medidas obtenidas en este parámetro fue de 3.3 a 9.8 mm. En el grupo de 12 a 16 semanas la media fue de 4.6 mm, con desviación estándar de 1.4 e intervalo de confianza de 3.5 mm - 5.7 mm. Para los fetos de 17 a 20 semanas la media fue de 8.28 mm, con desviación estándar de 1.23 e intervalo de confianza de 7.30 mm - 9.30 mm. Para el grupo de 21 a 24 semanas la media fue de 8.3 mm, con desviación estándar de 0.7 e intervalo de confianza de 7.51 mm - 9.09 mm (gráfica 3).



**Gráfica 3. Medidas de los parámetros de la nasofaringe.**

### 3.2.3 Orofaringe

#### 3.2.3.1 Longitud vertical de la orofaringe

El rango de las medidas obtenidas en este parámetro fue de 0.28 a 1.9 mm. En el grupo **de 12 a 16 semanas** la media fue de 0.84 mm, con desviación estándar de 0.59 e intervalo de confianza de 0.4 mm - 1.3 mm. Para los fetos de **17 a 20 semanas** la media fue de 1.26 mm, con desviación estándar de 0.64 e intervalo de confianza de 0.74 mm - 1.80 mm. Para el grupo de **21 a 24 semanas** la media fue de 1.03 mm, con desviación estándar de 0.57 e intervalo de confianza de 0.39 mm - 1.68 mm (gráfica 4).

#### 3.2.3.2 Longitud transversal de la orofaringe

El rango de las medidas obtenidas en este parámetro fue de 2.3 a 9.5 mm. En el grupo **de 12 a 16 semanas** la media fue de 4.13 mm, con desviación estándar de 1.74 e intervalo de confianza de 2.7 mm - 5.5 mm. Para los fetos de **17 a 20 semanas** la media fue de 7 mm, con desviación estándar de 1.41 e intervalo de confianza de 5.87 mm - 8.10

mm. Para el grupo de **21 a 24 semanas** la media fue de 6.53 mm, con desviación estándar de 1.86 e intervalo de confianza de 4.43 mm - 8.63 mm (gráfica 4).

### 3.2.4 Hipofaringe

#### 3.2.4.1 Longitud vertical de la hipofaringe

El rango de las medidas obtenidas en este parámetro fue de 6.4 a 14.3 mm. En el grupo **de 12 a 16 semanas** la media fue de 7.9 mm, con desviación estándar de 1.26 e intervalo de confianza de 6.9 mm - 8.9 mm. Para los fetos de **17 a 20 semanas** la media fue de 12 mm, con desviación estándar de 1.16 e intervalo de confianza de 11.07 mm - 12.90 mm. Para el grupo de **21 a 24 semanas** la media fue de 14.03 mm, con desviación estándar de 0.23 e intervalo de confianza de 13.77 mm - 14.29 mm (gráfica 4).

### 3.2.5 Laringe

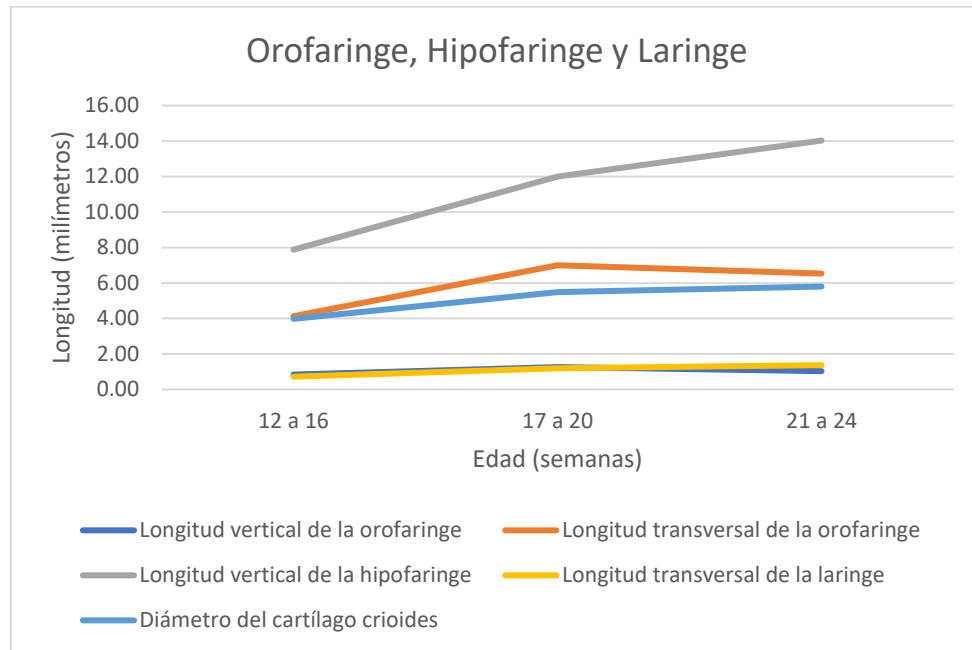
#### 3.2.5.1 Longitud transversal de la laringe

El rango de las medidas obtenidas en este parámetro fue de 0.3 a 1.8 mm. En el grupo **de 12 a 16 semanas** la media fue de 0.72 mm, con desviación estándar de 0.31 e intervalo de confianza de 0.5 mm - 1.0 mm. Para los fetos de **17 a 20 semanas** la media fue de 1.2 mm, con desviación estándar de 0.44 e intervalo de confianza de 0.85 mm - 1.60 mm. Para el grupo de **21 a 24 semanas** la media fue de 1.37 mm, con desviación estándar de 0.21 e intervalo de confianza de 1.13 mm - 1.60 mm (gráfica 4).

#### 3.2.5.2 Diámetro del cartílago cricoides

El rango de las medidas obtenidas en este parámetro fue de 3 a 6.6 mm. En el grupo **de 12 a 16 semanas** la media fue de 4.0 mm, con desviación estándar de 1.1 e intervalo de confianza de 3.1 mm - 4.9 mm. Para los fetos de **17 a 20 semanas** la media fue de 5.5 mm, con desviación estándar de 0.59 e intervalo de confianza de 5.01 mm - 6.00 mm. Para

el grupo de **21 a 24 semanas** la media fue de 5.8 mm, con desviación estándar de 0.72 e intervalo de confianza de 4.98 mm - 6.62 mm (gráfica 4).



**Gráfica 4. Medidas de los parámetros de la orofaringe, hipofaringe y laringe.**

### 3.3 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON (r)

El coeficiente de correlación de Pearson se calculó entre todas las variables analizadas y se estableció el grado de correlación entre ellas (Tabla 9)

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON	
r	
1	Correlación positiva perfecta
0.6-0.9	Correlación fuerte
0.1-0.5	Correlación débil
0	No hay correlación

**Tabla 9 Valores del coeficiente de correlación de Pearson.**

### 3.3.1 Longitud anteroposterior de la cavidad nasal (LCN)

La LCN es el parámetro que tiene mayor correlación positiva perfecta, ya que se encontró que hay una  $r$  de 1.0 entre la LCN y la longitud vertical de la nasofaringe, la longitud vertical de la hipofaringe, la longitud transversal de la coana, la longitud transversal de la laringe y el diámetro del cartílago cricoides. La LCN tiene una correlación fuerte con la longitud total de la nasofaringe, con la longitud transversal de la nasofaringe y con la longitud transversal de la orofaringe. La LCN tiene una correlación débil con la longitud vertical de la orofaringe (Tabla 10)

LCN	r
LTN	0.9
LVNF	1.0
LVOF	0.4
LVHF	1.0
LTC	1.0
LTNF	0.9
LTOF	0.8
LTL	1.0
DCC	1.0

Tabla 10 Coeficiente de correlación de Pearson para LCN.

### 3.3.2 Longitud transversal de la coana (LTC)

La LTC tiene correlación positiva perfecta con la longitud transversal de la laringe y con el diámetro del cartílago cricoides. Hay una correlación fuerte con la longitud transversal de la nasofaringe y con la longitud transversal de la orofaringe. No se encontró correlación entre la LTC y el ángulo de la nasofaringe (tabla 13).

LTC	r
LTNF	0.9
LTOF	0.7
LTL	1.0
DCC	1.0
ANF	0.0

Tabla 13 Coeficiente de correlación de Pearson para la LTC.



### 3.3.3 Longitud vertical de la coana (LVC)

Se encontró correlación positiva perfecta entre la longitud vertical de la coana y la longitud total de la nasofaringe. Existe correlación fuerte entre la LVC y la longitud anteroposterior de la cavidad nasal, la longitud vertical de la nasofaringe, la longitud vertical de la hipofaringe, la longitud transversal de la coana, la longitud transversal de la nasofaringe, la longitud transversal de la laringe y el diámetro del cartílago cricoides. Existe una correlación débil entre la LVC y la longitud vertical de la orofaringe, la longitud transversal de la orofaringe y el ángulo de la nasofaringe (tabla 11).

LVC	r
LCN	0.9
<b>LTN</b>	<b>1.0</b>
LVNF	0.9
LVOF	0.1
LVHF	0.9
LTC	0.9
LTNF	0.6
LTOF	0.4
LTL	0.8
DCC	0.7
ANF	0.1

**Tabla 11** Coeficiente de correlación de Pearson para LVC.

### 3.3.4 Longitud vertical de la nasofaringe (LVNF)

La LVNF tiene correlación positiva perfecta con la longitud vertical de la hipofaringe, la longitud transversal de la coana y la longitud transversal de la laringe. Hay una correlación fuerte con la longitud transversal de la nasofaringe, la longitud transversal de la orofaringe, y el diámetro del cartílago cricoides. Existe correlación débil la longitud vertical de la orofaringe; se encontró que la LVNF no tiene correlación en su crecimiento con el ángulo de la nasofaringe (tabla 12).

LVNF	r
LVOF	0.3
<b>LVHF</b>	<b>1.0</b>
<b>LTC</b>	<b>1.0</b>

LTNF	0.8
LTOF	0.7
<b>LTL</b>	<b>1.0</b>
DCC	0.9
<b>ANF</b>	<b>0.0</b>

**Tabla 12 Coeficiente de correlación de Pearson para LVNF.**

### 3.3.5 Longitud total de la nasofaringe (LTN)

La LTN tiene correlación positiva perfecta con la longitud vertical de la nasofaringe. Hay una correlación fuerte con la longitud vertical de la hipofaringe, con la longitud transversal de la coana, con la longitud transversal de la nasofaringe, con la longitud transversal de la laringe y con el diámetro del cartílago cricoides. Existe una correlación débil con la longitud vertical de la orofaringe, la longitud transversal de la orofaringe y el ángulo de la nasofaringe (tabla 14).

LTN	r
<b>LVNF</b>	<b>1.0</b>
LVOF	0.1
LVHF	0.9
LTC	0.9
LTNF	0.6
LTOF	0.5
LTL	0.9
DCC	0.8
ANF	0.1

**Tabla 14 Coeficiente de correlación de Pearson para LTN.**

### 3.3.6 Longitud vertical de la orofaringe (LVOF)

La LVOF tiene una correlación fuerte con la longitud transversal de la coana, con la longitud transversal de la nasofaringe, con el diámetro del cartílago cricoides, y con el ángulo de la nasofaringe. La LVOF tiene una correlación débil con la longitud vertical de la hipofaringe, la longitud transversal de la orofaringe, y la longitud transversal de la laringe (tabla 15).

LVOF	r
LVHF	0.4
LTC	0.7
LTNF	0.8
LTOF	0.5
LTL	0.5
DCC	0.6
ANF	0.6

**Tabla 15** Coeficiente de correlación de Pearson para LTC

### 3.3.7 Longitud vertical de la hipofaringe (LVHF)

Se encontró una correlación perfecta entre la LVHF y la longitud transversal de la coana, la longitud transversal de la laringe y el diámetro del cartílago cricoides. Se encontró una correlación fuerte entre la LVHF y la longitud transversal de la nasofaringe, así como la longitud transversal de la orofaringe. No se encontró correlación entre la LVHF y el ángulo de la nasofaringe (tabla 16).

LVHF	r
LTC	1.0
LTNF	0.9
LTOF	0.8
LTL	1.0
DCC	1.0
ANF	0.0

**Tabla 16** Coeficiente de correlación de Pearson para LVHF

### 3.3.8 Longitud transversal de la nasofaringe (LTNF)

La LTNF tiene una correlación positiva perfecta con el la longitud transversal de la orofaringe y con el diámetro del cartílago cricoides. Tiene una correlación fuerte con la longitud transversal de la laringe. Hay correlación débil con el ángulo de la nasofaringe (tabla 17).

LTNF	r
LTOF	1.0

LTL	0.9
<b>DCC</b>	<b>1.0</b>
ANF	0.1

**Tabla 17 Coeficiente de correlación de Pearson para LVOF**

### 3.3.9 Longitud transversal de la orofaringe (LTOF)

Se encontró que existe una correlación fuerte entre la LTOF con la longitud transversal de la laringe y con el diámetro del cartílago cricoides. Se encontró una correlación débil de la LTOF con el ángulo de la nasofaringe (tabla 18).

LTOF	r
LTL	0.8
DCC	0.9
ANF	0.2

**Tabla 18 Coeficiente de correlación de Pearson para LTOF**

### 3.3.10 Longitud transversal de laringe (LTL)

Existe una correlación positiva perfecta entre la LTL y el diámetro del cartílago cricoides. Se encontró que no existe una correlación entre la LTL y el ángulo de la nasofaringe (tabla 19).

LTL	r
<b>DCC</b>	<b>1.0</b>
ANF	0.0

**Tabla 19 Coeficiente de correlación de Pearson para LTL**

### 3.3.11 Diámetro del cartílago cricoides (DCC)

No existe correlación entre el DCC y el ángulo de la nasofaringe (tabla 20).

DCC	r
ANF	0.0

**Tabla 20 Coeficiente de correlación de Pearson para DCC y ANF**

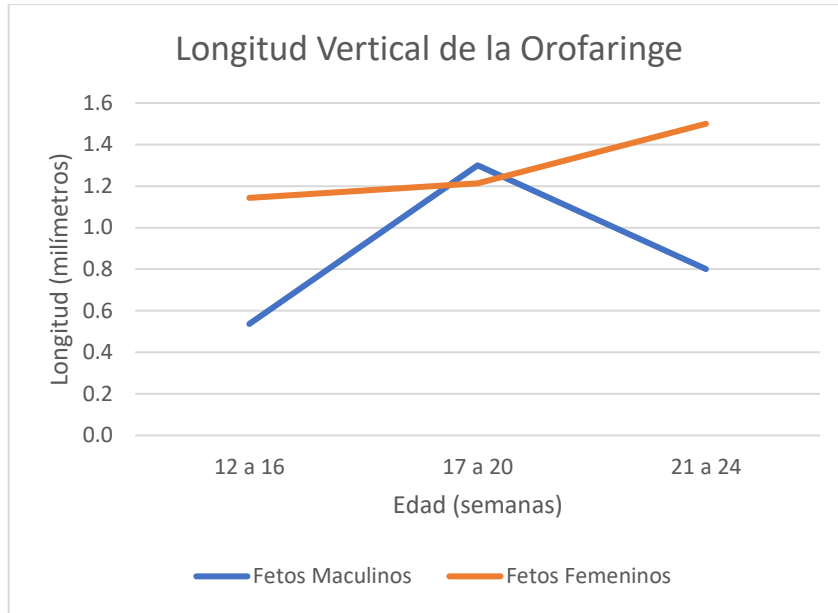
El parámetro que menos correlación tiene con las demás medidas es el ángulo de la nasofaringe, ya que no existe una correlación (valor de 0) entre las medidas obtenidas del ángulo de la nasofaringe con: la longitud vertical de la nasofaringe, la longitud transversal de la coana, la longitud transversal de la laringe, el diámetro del cartílago cricoides y la longitud vertical de la hipofaringe.

### 3.4 DIMORFISMO SEXUAL

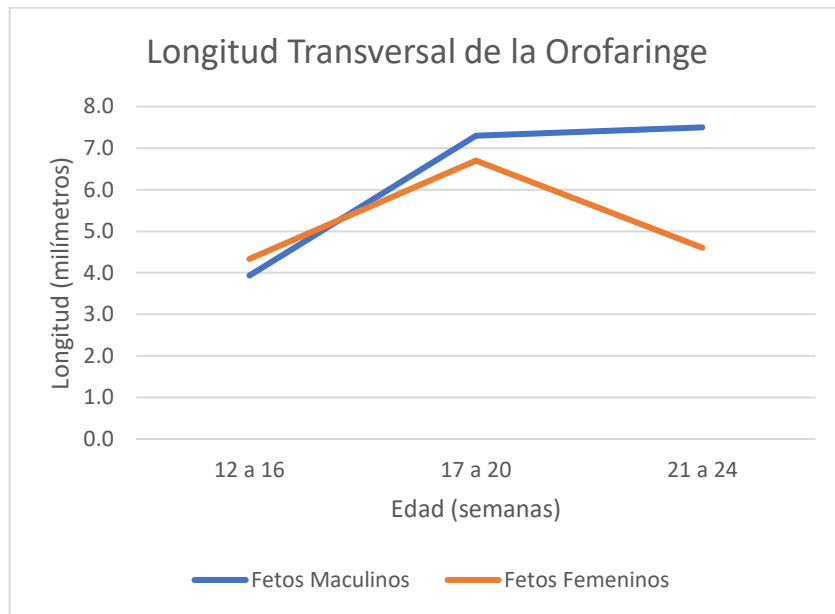
Para determinar si existía la presencia o no de dimorfismo sexual, se realizó una comparación de todos los parámetros analizados entre los fetos de sexo masculino y los de sexo femenino mediante el índice de correlación de Pearson (r) (Tabla 21). Se determinó que existe correlación fuerte y correlación perfecta en la mayoría de los parámetros estudiados. Sin embargo; en los fetos de sexo masculino la longitud transversal de la orofaringe fue mayor que la observada en los de sexo femenino ( $r=0.3$ ), mientras que en los fetos de sexo femenino la longitud vertical de la orofaringe fue mayor ( $r=0$ ) (Gráficas 5 y 6).

	LVC	LCN	ANF	LTN	LVNF	LVOF	LVHF	LTCI	LTCD	LTNF	LTOF	LTL	DCC
<b>EDAD</b>	<b>MASCULINOS</b>												
<b>12 a 16</b>	1.2	11.9	120.4	9.1	5.0	0.5	8.0	1.4	1.4	4.4	3.9	0.9	4.5
<b>17 a 20</b>	1.5	18.5	117.5	12.2	6.0	1.3	12.1	2.8	3.0	8.1	7.3	1.1	5.6
<b>21 a 24</b>	2.25	22.4	120.4	15.8	8.05	0.8	14.1	3.65	3.7	8.7	7.5	1.25	5.9
<b>EDAD</b>	<b>FEMENINOS</b>												
<b>12 a 16</b>	1.4	10.8	121.0	9.9	4.9	1.1	7.8	2.0	2.0	4.8	4.3	0.6	3.5
<b>17 a 20</b>	1.7	18.5	120.4	11.9	7.5	1.2	11.9	2.8	2.8	8.5	6.7	1.3	5.3
<b>21 a 24</b>	1.9	22.4	122.4	16.1	8.3	1.5	13.9	3.3	3.2	7.5	4.6	1.6	5.6
<b>r</b>	<b>0.9</b>	<b>1.0</b>	<b>0.6</b>	<b>1.0</b>	<b>0.8</b>	<b>0.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>0.8</b>	<b>0.3</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>

Tabla 21 Parámetros y coeficiente de correlación de Pearson en base a la edad y sexo



**Gráfica 5. Comparación de LVOF entre fetos masculinos y femeninos.**



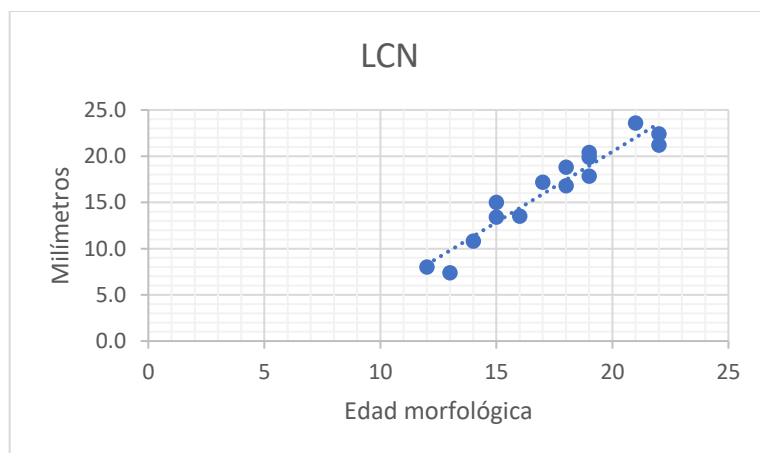
**Gráfica 6. Comparación de LTOF entre fetos masculinos y femeninos.**

## CAPÍTULO 4

### DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta los resultados que se obtuvieron en el presente estudio, se cumplió el objetivo general “Establecer parámetros morfométricos normales de las estructuras y las zonas de la vía aérea superior (VAS) durante el desarrollo en fetos humanos”. Para ello se utilizó una muestra de 30 fetos humanos de entre 12 y 24 semanas de edad morfológica.

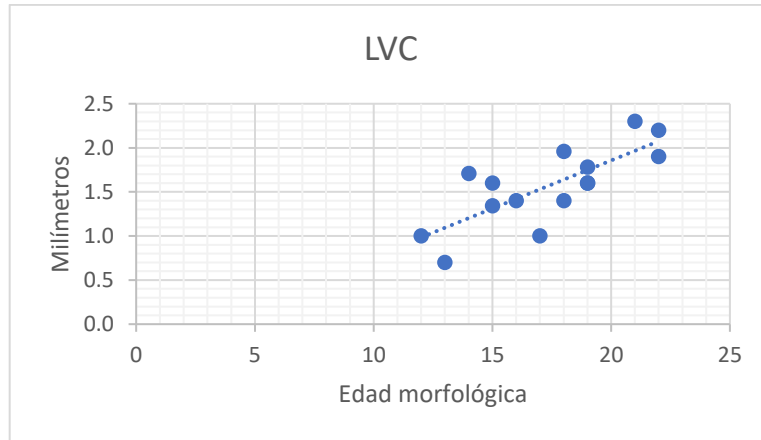
En cuanto a los parámetros de la **cavidad nasal**, se observó que la **LCN** aumenta de manera considerable hasta la semana 20, y a partir de esta semana su crecimiento se vuelve más lento, ya que es un 62% mayor en los fetos del grupo de edad intermedia (17 a 20 semanas) con respecto al grupo de menor edad (12 a 16 semanas); mientras que es un 21% mayor en el grupo de mayor edad (21 a 24 semanas) que en el de edad intermedia (gráfica 7).



Gráfica 7. Gráfica de dispersión para la LCN.

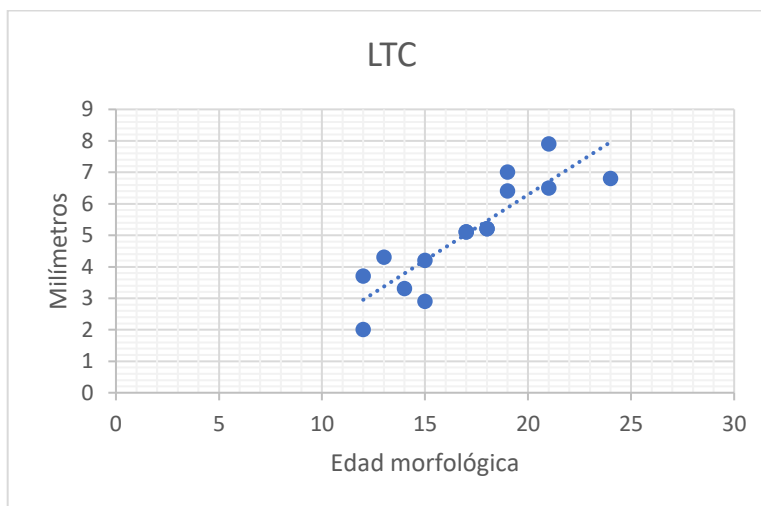
También se observó que la **LVC** presenta un crecimiento lineal conforme avanza la edad, ya que en el grupo de fetos de 17 a 20 semanas, la media de la longitud vertical

de la coana es un 20% mayor que en el grupo de 12 a 16 semanas; mientras que, en el grupo de 21 a 24 semanas, la media es un 36% mayor que en el grupo de 17 a 20 semanas. Por lo tanto, se observó que el crecimiento de la longitud vertical de la coana es continuo y lineal, ya que es mayor de un grupo a otro conforme avanza la edad (gráfica 8).



**Gráfica 8. Gráfica de dispersión para la LVC**

De igual manera, en la LTC el crecimiento es continuo conforme avanza la edad. Sin embargo, la velocidad con la que crece se desacelera conforme avanza la edad, ya que la LTC en el grupo de 17 a 20 semanas es 66% mayor que en el grupo de 12 a 16 semanas, mientras que en los fetos de 21 a 24 semanas tan sólo es un 24% mayor que la de los fetos de 17 a 20 semanas (gráfica 9).

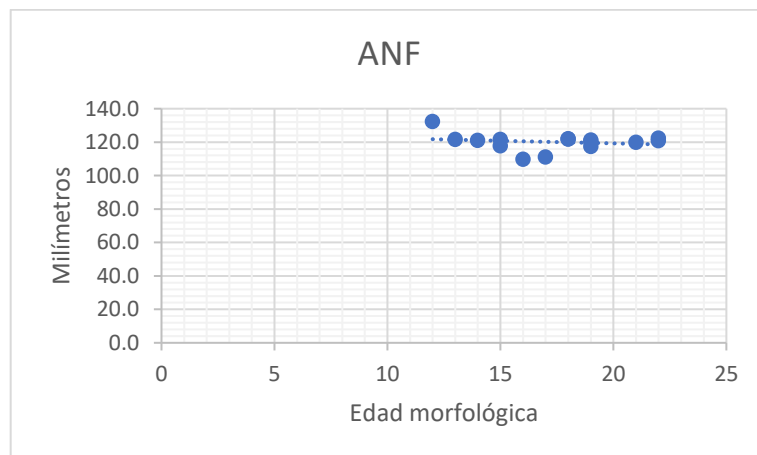


**Gráfica 9. Gráfica de dispersión para la LTC.**



Existe una fuerte correlación en el crecimiento de la LCN con el crecimiento de LVC ya que el coeficiente de correlación de Pearson para estas dos medidas desde 0.9. Por otra parte, el crecimiento en el eje transversal de la coana tiene una correlación positiva perfecta con el crecimiento de la cavidad nasal en el eje anteroposterior, con un coeficiente de correlación de Pearson de 1.0. Este coeficiente de correlación a su vez coincide con el hecho de que no exista una desaceleración en la velocidad de crecimiento que se observa en la longitud vertical de la coana, teniendo un efecto de crecimiento lineal; mientras que esa desaceleración sí se observa en la longitud transversal de la coana, así como en la longitud anteroposterior de la cavidad nasal.

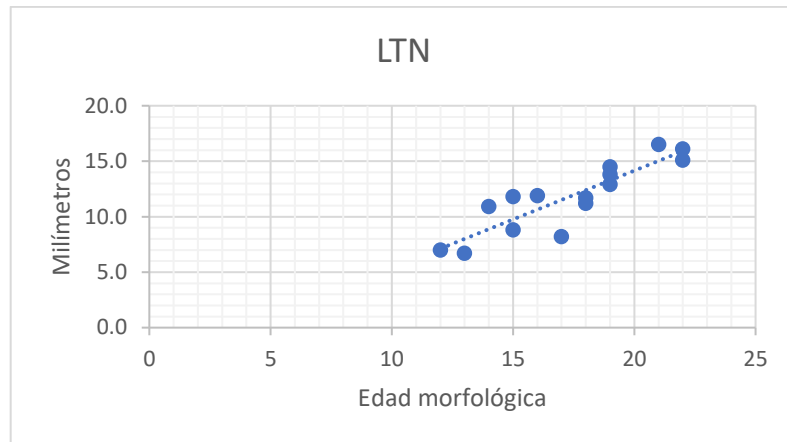
Con respecto a los parámetros de la **nasofaringe**, se observó que el ángulo no se modifica importantemente conforme avanza la edad. También, se observó que es ligeramente menor en el grupo de edad intermedia (17 a 20 semanas) con respecto a los otros 2 grupos, siendo la media de 120.7° para el grupo de 12 a 16 semanas, de 118.9° en el grupo de 17 a 20 semanas y de 121° en los fetos de 21 a 24 semanas. Esto se representa con una tendencia de crecimiento plana con respecto a la edad (gráfica 10). Es probable que la morfometría de la vía respiratoria superior se encuentre determinada desde etapas muy tempranas del desarrollo, ya que su forma está determinada mayormente por estructuras óseas desde que concluye el periodo embrionario.



**Gráfica 10. Gráfica de dispersión para el ANF.**

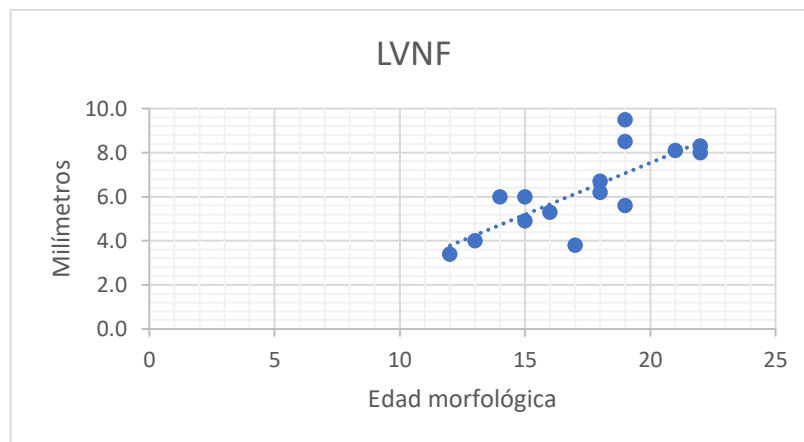
La LTN mantiene un crecimiento continuo en los tres grupos de edad. Esta medida es 26% mayor en el grupo de 17 a 20 semanas que en el grupo de 12 a 16 semanas;

mientras que es 31% mayor en el grupo de 21 a 24 semanas que en el grupo de 17 a 20 semanas, lo que significa que la velocidad de crecimiento de esta medida aumenta de manera lineal (gráfica 11). El crecimiento de la LTN se encuentra correlacionado con el crecimiento cefalocaudal general del feto.



**Gráfica 11. Gráfica de dispersión para la LTN**

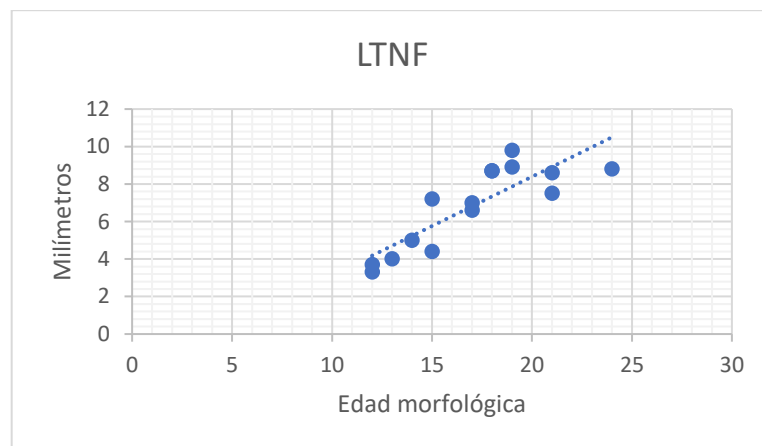
La LVNF presenta un crecimiento continuo. Sin embargo, dicha medida presenta una ligera desaceleración en los fetos de mayor edad, ya que esta medida es 36% mayor en el grupo de 17 a 20 semanas con respecto al grupo de 12 a 20 semanas; mientras que es 20% mayor en el grupo de 21 a 24 semanas con respecto al de 17 a 20 semanas (gráfica 12).



**Gráfica 12. Gráfica de dispersión para la LVNF**

A pesar de que el ANF es menor en el grupo de 17 a 20 semanas con respecto a los fetos del grupo de menor edad, el crecimiento de las longitudes total y vertical de la nasofaringe se mantienen continuos, pues en los fetos de 17 a 20 semanas la media es mayor que en el grupo de fetos de 12 a 16 semanas y menor que en el grupo de 21 a 24 semanas. Este resultado coincide con el obtenido por Liberty y colaboradores (2013), en el que determinaron mediante ultrasonografía que la longitud de la faringe tiene un crecimiento lineal con respecto a las semanas de gestación; tal y como se observa en nuestros gráficos de dispersión (gráficas 11 y 12). De igual manera, nuestros resultados coinciden con los de Liberty y colaboradores en relación a que se demostró una mayor dispersión de las medidas a partir de la semana 20 del desarrollo.

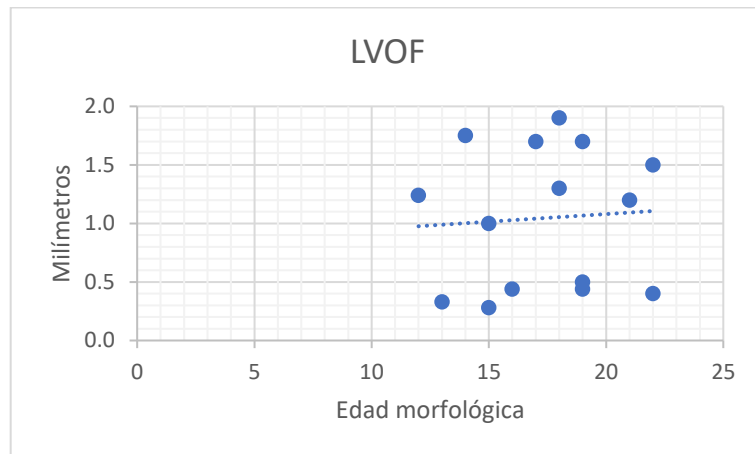
La LTNF es un 80% mayor en el grupo de edad intermedia (17 a 20 semanas) que en el grupo de menor edad (12 a 16 semanas); mientras que dicha medida se mantiene igual entre los grupos de 17 a 20 semanas, ambos con una media de 8.2 mm. Con esto se observa que, en los fetos en estudio, la velocidad de crecimiento de la longitud transversal de la nasofaringe es muy acelerada de las 12 a las 20 semanas y prácticamente se detiene a partir de esa última semana (gráfica 13).



**Gráfica 13. Gráfica de dispersión para la LTNF**

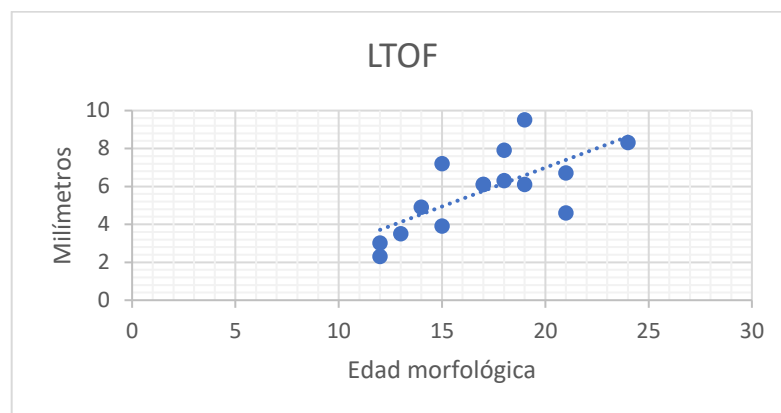
En los parámetros que corresponden a la **orofaringe** se observó un comportamiento dinámico; La media de la LVOF en el grupo de 12 a 16 semanas fue de 0.84 mm y de 1.26 mm en el grupo de 17 a 20 semanas, lo que representa un aumento del 50% de un grupo de edad a otro. Sin embargo, el grupo de 21 a 24 semanas reportó una media de 1.03 mm en esta misma medida, que es un 18% menor que con respecto al grupo

de 17 a 20 semanas. Este comportamiento explica una dispersión importante en las medidas con respecto a la línea de crecimiento (gráfica 14).



**Gráfica 14. Gráfica de dispersión para la LVOF**

Este mismo comportamiento se observó en la LTOF, ya que los fetos del grupo de 17 a 20 semanas presentan un incremento de 69% con respecto a los fetos de 12 a 16 semanas. Por otra parte, en el grupo de 21 a 24 semanas la media fue 6.5 % menor que en el grupo de 17 a 20 semanas. Con esto se concluye que tanto el crecimiento de la longitud vertical de la orofaringe, como el transversal, se detiene a partir de la semana 20; A partir de esta edad la dimensión de la orofaringe disminuye con respecto a las otras zonas de la vía aérea superior (gráficas 14 y 15).

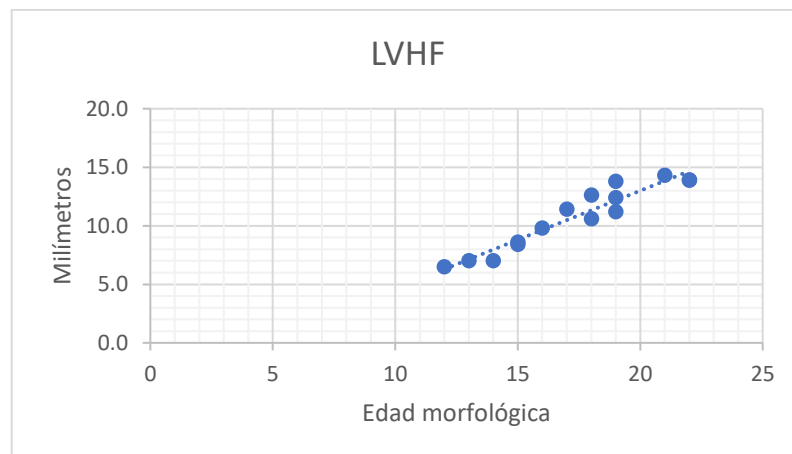


**Gráfica 15. Gráfica de dispersión para la LTOF**

Teniendo en cuenta que la orofaringe es una región anatómica representada por un espacio y no por una estructura tisular, se concluye que las estructuras anatómicas que la

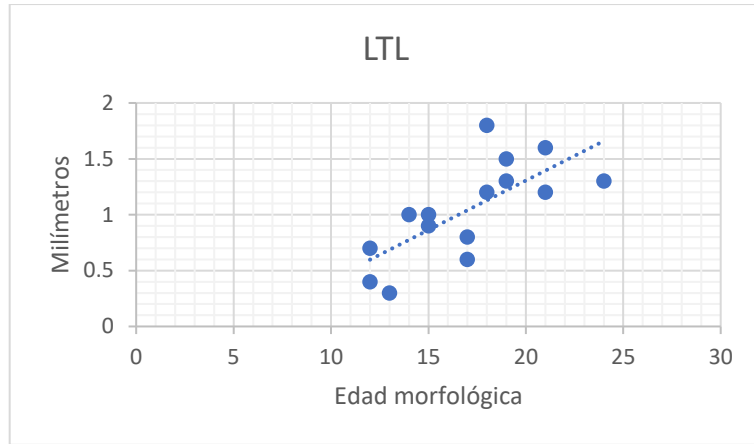
delimitan modifican sus dimensiones y la posición que tienen conforme avanza la edad, reduciendo así el tamaño del espacio que queda entre ellas, el cual corresponde a la orofaringe. Este hallazgo se relaciona con lo mencionado por Katori y colaboradores (2011), en donde encontraron que la base de la epiglotis desciende hasta el nivel del cartílago tiroideos en la 9ª semana, para después ascender y sobresalir por encima al cuerpo del hueso hioides después de la semana 20.

En las medidas que corresponden a la **hipofaringe** se encontró que la media de la **LVHF** para los fetos del grupo de 17 a 20 semanas fue 52% mayor que en el grupo de 12 a 16 semanas. En el grupo de 21 a 24 semanas la longitud media de la LVHF fue 16.9% mayor que en el grupo de 17 a 20 semanas. Se observó que el crecimiento de la longitud vertical de la hipofaringe es constante conforme avanza la edad; sin embargo, la velocidad de crecimiento se reduce de manera considerable a partir de la semana 20, de 52% a 17% (gráfica 16).

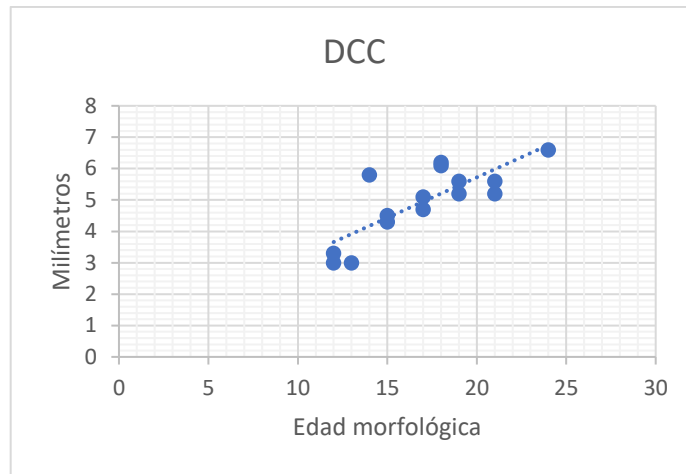


**Gráfica 16. Gráfica de dispersión para la LVHF**

En la región de la laringe, la LTL presenta un crecimiento constante conforme a la edad. Para el grupo de 17 a 20 semanas fue un 66% mayor que para el grupo de 12 a 16 semanas. El grupo de 21 a 24 semanas presenta una media 14% mayor que en el grupo de edad intermedia. En cuanto al DCC, el grupo de 17 a 20 semanas tuvo una media 37.6% más grande que el grupo de menor edad; y el grupo de 21 a 24 semanas tuvo una media 5.8% mayor que el grupo de edad intermedia (gráficas 17 y 18).



**Gráfica 17. Gráfica de dispersión para la LTL**



**Gráfica 18. Gráfica de dispersión el DCC**

El hallazgo de la LTL y del DCC coinciden con los resultados de Liberty y colaboradores (2013) en el que también se observó un crecimiento lineal conforme a la edad, así como una mayor dispersión en la gráfica que corresponde al ancho de la región baja de la laringe a partir de la semana 20 del desarrollo.

## CAPÍTULO 5

## **APORTACIONES, CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS**

### **5.1 APORTACIONES**

En este estudio se obtuvieron parámetros morfométricos de todas las zonas de la vía aérea superior, incluyendo la cavidad nasal y el ángulo de la nasofaringe. También se obtuvieron los gráficos de dispersión de dichos resultados. Se determinó que existe un patrón de dimorfismo sexual para las dimensiones de la orofaringe. Consideramos que el presente estudio también aporta conocimiento nuevo en cuanto a la dinámica de crecimiento de la vía aérea superior; esta información puede ser de ayuda para el clínico que se encarga de interpretar estudios de imagen de fetos en desarrollo.

### **5.2 CONCLUSIONES**

1. Las estructuras de la vía aérea superior presentan desaceleración en el crecimiento a partir de la semana 20 edad morfológica.
2. La dimensión de la orofaringe tiene un aumento muy acelerado hasta la semana 20, y a partir de esa edad disminuye su tamaño.
3. La disminución en la dimensión de la orofaringe a partir de la semana 20 se relaciona con la reducción de la velocidad de crecimiento de la longitud vertical de la faringe y con el ascenso de la epiglotis por arriba del hueso hioides a partir de esa semana.
4. La longitud transversal de la orofaringe fue mayor en fetos de sexo masculino que en los fetos de sexo femenino, pero la longitud vertical es mayor en los fetos de sexo femenino que en los de sexo masculino.

5. La nasofaringe se alarga más rápido y se estrecha conforme avanza la edad, esto debido a que la longitud transversal deja de aumentar a partir de la semana 20, pero las demás medidas continúan incrementándose.
6. El ángulo de la nasofaringe presenta un desarrollo estable ya que a lo largo de todas las edades se mantiene sin cambios significativos.
7. La epiglotis constituye una estructura que aporta variabilidad a las dimensiones de la oro e hipofaringe.

### **5.3 PERSPECTIVAS**

Se propone complementar las medidas obtenidas en el presente estudio con las medidas obtenidas en estudios previos realizados en nuestro departamento. Así mismo, el presente estudio se puede complementar con estudios de imagen, tales como la resonancia magnética y el ultrasonido. Con esto se busca ampliar el horizonte de la aplicación clínica de este estudio.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adil, E., Huntley, C., Choudhary, A., & Carr, M. (2012). Congenital nasal obstruction: Clinical and radiologic review. *European Journal of Pediatrics*, 171(4), 641–650. <https://doi.org/10.1007/s00431-011-1591-6>
2. Asenjo C, Pinto R. Características anatómico-funcional del aparato respiratorio durante la infancia. *Rev. Med. CLIN. CONDE*. 2017; 28(1) 7-19.
3. Blanco, J. Martínez; García, E.; Castañón, C. S. (2013). Nota clínica Membrana laríngea congénita. *Rev. Pediatr. Aten. Primaria*, 15(248), 101–104.
4. Bruch J.M. *Clinical Oral Medicine and Pathology*. Boston MA, Humana Press:
5. Carlson BM. *Embriología Humana y Biología del Desarrollo*. 5ª Ed. Elsevier:
6. Ekmekci, E., Gencdal, S., & Kiziltug, N. (2017). Prenatal ultrasonography findings of fetus with congenital high airway obstruction (chaos): A case report and review of literature. *Clinical Obstetrics, Gynecology and Reproductive Medicine*, 3(5), 1–2. <https://doi.org/10.15761/cogrm.1000197>
7. Fattah, H. A., Gaafar, A. H., & Mandour, Z. M. (2011). Laryngomalacia: Diagnosis and management. *Egyptian Journal of Ear, Nose, Throat and Allied Sciences*, 12(3), 149–153. <https://doi.org/10.1016/j.ejenta.2011.12.001>
8. García H, Gutiérrez S. Aspectos básicos del manejo de la vía aérea: anatomía y fisiología. 2015; 32(2): PP 98-107.
9. García H, Valencia O, López R, Gutiérrez S. Anatomía de la vía aérea para el broncoscopista. Una aproximación a la anestesia. *Rev. Colomb. Anestesiol.* 2014;4 2(3):192–198
10. Garrido C, Flores S, Núñez C. Diferencias anatomofuncionales y endoscópicas entre la vía aérea del niño y la del adulto. *Rev. Inst. Nal. Enf. Resp. Mex.* 2007; 2: 142-148.
11. Gómez F, Navazo A, Vega C, Gómez E, Mirás A, Valencia J. Exploración de la vía aérea en paciente pediátrico. *Rev. ORL*, 2018, 9, 1, pp. 49-61.

12. Holzki J, Brown K, Carroll R, Coté C. The anatomy of the pediatric airway: Has our knowledge changed in 120 years? A review of historic and recent investigations of the anatomy of the pediatric larynx. 2017;28:13 – 22.
13. Kwong, K. M. (2015). Current Updates on Choanal Atresia. *Frontiers in Pediatrics*, 3(June), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fped.2015.00052>
14. Landry, A. M., & Thompson, D. M. (2012). Laryngomalacia: Disease Presentation, Spectrum, and Management. *International Journal of Pediatrics*, 2012, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2012/753526>
15. Luna LG. *Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology*. 3rd ed. New York, NY: McGraw-Hill; 1968.
16. Moore KL. *Anatomía con orientación clínica*. 8ª Ed. Philadelphia, Wolters Kluwer, 2017
17. Moore KL. *Embriología Clínica*. 10ª Ed. Philadelphia, Elsevier, 2016: p
18. Mudaliyar, U. S., & Sreedhar, S. (2017). Chaos syndrome. *BJR|case Reports*, 3(3), 20160046. <https://doi.org/10.1259/bjrcr.20160046>
19. Olgun, Y., Ozay, H., Cakir, A., & Erdag, T. K. (2017). Laryngomalacia: Our Clinical Experience. *Turk Otolarengoloji Arsivi/Turkish Archives of Otolaryngology*, 54(4), 150–153. <https://doi.org/10.5152/tao.2016.1852>
20. Patel, V. A., & Carr, M. M. (2017). Congenital nasal obstruction in infants: A retrospective study and literature review. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 99, 78–84. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2017.05.023>
21. Peñarrocha Teres, J., & Hernández-Gancedo, C. (2013). Malformaciones congénitas de la vía aérea superior. *Pediatría Integral*, 17(5), 351–359.
22. Prakash M, Johnny JC. What's special in a child's larynx?. *J Pharm Bioall Sci* 2015;7:S55-8
23. Richard L. Drake. *Gray's Anatomy for Students*. 3ª. Ed. Barcelona: Elsevier; 2015. p. 1051 - 1065
24. Rutter, M. J. (2014). Congenital laryngeal anomalies. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 80(6), 533–539. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.08.001>
25. Sadler TW. *Embriología Médica*. 13ª Ed. Wolters Kluwer, 2015 p: 218-220

26. Sánchez T, Concha I. Estructura y funciones del sistema respiratorio. *Neumol. Pediatr.* 2018; 13 (3): 101-106.
27. Som P.M, Curtin H.D. An Update and Illustrated Review of the Complex Embriology of the Larynx and How Laryngeal Webs, Atresias and Stenoses Develop. *Neurographics.* 2014; 4:189 – 203.