



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA MÉDICA**

**TEMA:**

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PULMONAR EN ADOLESCENTES  
EXPUESTOS A HUMO DE LEÑA, PERTENECIENTES A LA COMUNIDAD  
SELVA ALEGRE DEL CANTÓN OTAVALO

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Licenciada en Terapia Física Médica

**AUTOR:** Quinga Chacha Alexander Daniel

**DIRECTOR:** Lic. Cristian Santiago Torres Andrade MSc.

IBARRA- ECUADOR

2022

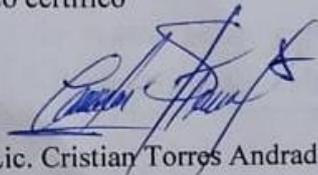
## CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE LA TUTORA DE TESIS

Yo, Lic. Cristian Torres Andrade MSc en calidad de tutor de tesis titulada **“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PULMONAR EN ADOLESCENTES EXPUESTOS A HUMO DE LEÑA, PERTENECIENTES A LA COMUNIDAD SELVA ALEGRE DEL CANTÓN OTAVALO”**, de autoría de **Quinga Chacha Alexander Daniel**

Una vez revisada y hechas las correcciones solicitadas certifico que está apta para su defensa y para que sea sometida a evaluación de tribunales.

En la ciudad de Ibarra, a los 8 días del mes de marzo de 2022

Lo certifico



Lic. Cristian Torres Andrade MSc

CI: 100364968-6

**DIRECTOR DE TESIS**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE  
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

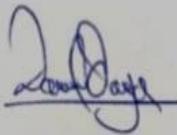
En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1718180423		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Quinga Chacha Alexander Daniel		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Chambo y Tungurahua		
<b>E-MAIL:</b>	<a href="mailto:adquingac@utn.edu.ec">adquingac@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	3132139	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0995338940
DATOS DE LA OBRA			
<b>TÍTULO</b>	EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PULMONAR EN ADOLESCENTES EXPUESTOS A HUMO DE LEÑA, PERTENECIENTES A LA COMUNIDAD SELVA ALEGRE DEL CANTÓN OTAVALO.		
<b>AUTOR (ES):</b>	Quinga Daniel		
<b>FECHA:</b>	8 de Marzo del 2022		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>		
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Licenciada en Terapia Física Médica		
<b>ASESOR/DIRECTOR:</b>	Lic. Cristian Torres Andrade MSc.		

## CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, a los 8 días del mes de marzo del 2022.



AUTOR

Alexander Daniel Quinga Chacha

C.I: 1718180423

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FCS -UTN

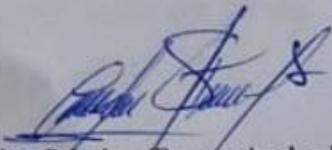
**Fecha:** Ibarra, 8 de marzo del 2022

**Quinga Chacha Alexander Daniel** "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PULMONAR EN ADOLESCENTES EXPUESTOS A HUMO DE LEÑA, PERTENECIENTES A LA COMUNIDAD SELVA ALEGRE DEL CANTÓN OTAVALO" Trabajo de Grado. Licenciatura en Terapia Física Médica Universidad Técnica del Norte.

**DIRECTOR:** Lic. Cristian Torres Andrade MSc.

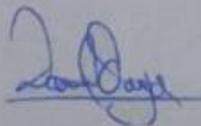
El objetivo general de la presente investigación fue Determinar la capacidad pulmonar en adolescentes expuestos a humo de leña, pertenecientes a la comunidad de Selva Alegre del cantón Otavalo. Los objetivos específicos son: Caracterizar a los sujetos de estudio según la edad, género y etnia. Evaluar la capacidad pulmonar e índice de gravedad de los sujetos de estudio. Relacionar la capacidad pulmonar según la edad, género y etnia.

Fecha: Ibarra, 8 de marzo del 2022



Lic. Cristian Torres Andrade MSc.

**DIRECTOR DE TESIS**



Quinga Chacha Alexander Daniel

**AUTOR**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación pretendo destinar principalmente a mis padres por brindarme la oportunidad de continuar con mis estudios, además del apoyo incondicional que he recibido por parte de ellos del cual estaré eternamente agradecido por otorgarme las herramientas necesarias para seguir adelante en esta etapa de mi vida.

A mis abuelitos, por ser uno de los pilares más importantes en mi vida, por ofrecer su amor incondicional, experiencia, valores y principios que los he aplicado a lo largo de esta etapa y que serán aprovechados por el resto de mi vida.

A mi toda mi familia que me han apoyado con sus palabras de aliento, consejos que me han servido para mejorar todos los días, además de mis compañeros que logre conocer en este tiempo los cuales también fueron partícipes de múltiples experiencias y que se volvieron parte de mi vida.

QUINGA CHACHA ALEXANDER DANIEL

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, quienes han estado en todo momento conmigo, con el apoyo que necesitaba durante los días que todo parecía salir mal siempre estuvieron con sus palabras de aliento y también de su experiencia que fue muy importante para poder continuar con mis estudios hasta el final.

A mi familia que estuvo conmigo en todo momento a lo largo de este trayecto de mi vida, además que supieron regalar un poco de su cariño para mantenerme con firmeza para continuar con este largo trayecto que llega a su fin.

Un agradecimiento en especial a mí tutor de tesis Lic. Cristian Torres MSc. quien gracias a su experiencia, conocimiento y paciencia me ha apoyado a culminar una de mis múltiples metas.

A la Universidad Técnica del Norte y a todos mis docentes que me ha formado parte de este proceso de formación profesional y también a todos los habitantes de la comunidad Selva Alegre que con su buena voluntad me ayudaron a realizar uno de los trabajos más importantes de mi vida.

QUINGA CHACHA ALEXANDER DANIEL

## INDICE

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE LA TUTORA DE TESIS .....	2
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	3
CONSTANCIA.....	4
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO .....	5
DEDICATORIA .....	6
AGRADECIMIENTO .....	7
INDICE .....	8
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	11
INDICE DE TABLAS .....	12
RESUMEN .....	13
ABSTRACT .....	14
CAPITULO I .....	15
1    Problema de investigación.....	15
1.1    Planteamiento del problema.....	15
1.2    Formulación del problema.....	20
1.3    Justificación.....	21
1.4    Objetivos.....	23
CAPITULO II.....	24
2    Marco Teórico.....	24
2.1    Sistema Respiratorio.....	24
2.2    Fisiología Pulmonar.....	29
2.3    Infecciones respiratorias.....	36
2.4    Biocombustible.....	38

2.5	Adolescencia y salud.....	39
2.6	Evaluación respiratoria.....	41
2.7	Marco legal y ético.....	52
CAPITULO III.....		54
3	Metodología de la investigación.....	54
3.1	Diseño de la investigación.....	54
3.2	Tipos de investigación .....	54
3.3	Localización y ubicación del estudio .....	55
3.4	Población de estudio.....	55
3.5	Muestra.....	55
3.6	Operacionalización de variables.....	57
3.7	Método de recolección de información.....	60
3.8	Técnicas e instrumentación.....	60
3.9	Validación del instrumento.....	60
CAPÍTULO IV .....		62
4	Análisis y discusión de datos.....	62
4.1	Análisis de resultados.....	62
4.2	Respuestas a las preguntas de investigación.....	70
CAPITULO V.....		71
5	Conclusiones y recomendaciones.....	71
5.1	Conclusiones.....	71
5.2	Recomendaciones.....	72
BIBLIOGRAFÍA .....		73
ANEXOS .....		82
Anexo 1: APROBACIÓN DEL TEMA .....		82
Anexo 2: OFICIO DE AUTORIZACIÓN.....		83
Anexo 3: CERTIFICADO DE ABSTRACT.....		84
Anexo 4: URKUND. ....		85

Anexo 5: ESPIRÓMETRO SP10 DIGITAL .....	86
Anexo 6: FICHA DE DATOS PERSONALES. ....	87
Anexo 7: CONSENTIMIENTO INFORMADO .....	90
Anexo 8: APLICACIÓN DE ESPIROMETRÍA.....	91

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Partes del espirómetro.....	44
<b>Ilustración 2:</b> Curva Volumen-Tiempo .....	46
<b>Ilustración 3:</b> Curva Flujo/Volumen .....	46
<b>Ilustración 4:</b> Valores normales de la espirometría.....	47
<b>Ilustración 5:</b> Curva flujo/volumen de un patrón obstructivo .....	48
<b>Ilustración 6:</b> Curva flujo/volumen de un patrón restrictivo.....	49
<b>Ilustración 7:</b> Curva flujo/ volumen de un patrón mixto.....	50
<b>Ilustración 8:</b> Criterio de repetibilidad para validez de la espirometría .....	51

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Caracterización de la muestra según edad .....	62
<b>Tabla 2:</b> Caracterización de la muestra según género.....	63
<b>Tabla 3:</b> Caracterización de la muestra según etnia.....	64
<b>Tabla 4:</b> Evaluación de la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio .....	65
<b>Tabla 5:</b> Evaluación del índice de gravedad .....	66
<b>Tabla 6:</b> Relación de la capacidad pulmonar según la edad .....	67
<b>Tabla 7:</b> Relación de la capacidad pulmonar según el género .....	68
<b>Tabla 8:</b> Relación de la capacidad pulmonar según la etnia .....	69

## RESUMEN

**TEMA:** EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PULMONAR EN ADOLESCENTES EXPUESTOS A HUMO DE LEÑA, PERTENECIENTES A LA COMUNIDAD SELVA ALEGRE DEL CANTÓN OTAVALO

**Autor:** Alexander Daniel Quinga Chacha

**Correo:** adquiringac@utn.edu.ec

La exposición de humo de leña es un problema que comúnmente se evidencia en las zonas rurales del país ya que los habitantes de estos lugares optan por utilizar materiales que sean accesibles, siendo la leña uno de ellos, provocando grandes periodos de contacto causando efectos adversos sobre la salud, donde las infecciones respiratorias son las principales consecuencias de esta práctica. La metodología de investigación fue de tipo cuantitativa, descriptiva y correlacional; con un diseño no experimental, de corte transversal. La muestra de estudio estuvo conformada por 50 adolescentes de 10 a 19 años de la comunidad de Selva Alegre. Los instrumentos usados para la evaluación fueron: ficha de datos generales del paciente para caracterizar a los sujetos de estudio y el espirómetro digital para la evaluación de la capacidad pulmonar. En cuanto a los resultados de la capacidad pulmonar en los adolescentes de la comunidad de Selva Alegre fue de un patrón normal con el 58 % del total, donde el 38 % está representado por el género masculino, siendo el 40 % de etnia mestiza. Tras es el análisis estadístico para determinar la relación entre las variables, se concluye que la capacidad respiratoria en los adolescentes de Selva Alegre es de un patrón normal, sobre todo en la adolescencia tardía en la que existe un gran dominio de la etnia mestiza y del género masculino.

**Palabras claves:** leña, capacidad pulmonar, evaluación, infecciones respiratorias.

## ABSTRACT

EVALUATION OF LUNG CAPACITY IN ADOLESCENTS EXPOSED TO WOOD SMOKE, IN THE SELVA ALEGRE COMMUNITY IN OTAVALO CANTON.

**Author:** Alexander Daniel Quinga Chacha

**E-mail:** [adquingac@utn.edu.ec](mailto:adquingac@utn.edu.ec)

Exposure to wood smoke is a problem that is common in rural areas of the country since residents choose to use materials that are readily available, such as firewood, resulting in long periods of contact with harmful effects on health, with respiratory infection being the most common consequence of this practice. With a non-experimental, cross-sectional design, the study technique was quantitative, descriptive, and correlational. The study sample consisted of 50 adolescents between the ages of 10 and 19 from the community of Selva Alegre. The instruments used for the evaluation were: the patient's general datasheet to characterize the study subjects and the digital spirometer for the evaluation of lung capacity. Regarding the results of the lung capacity in the adolescents of the community of Selva Alegre, it was of a normal pattern with 58% of the total, where 38% is represented by the male gender, being 40% of mestizo ethnicity. After the statistical analysis to determine the relationship between the variables, it was determined that the respiratory capacity of Selva Alegre adolescents is normal, particularly in late adolescence, when the mestizo ethnic group and male gender predominate.

**Keywords:** firewood, lung capacity, evaluation, respiratory infections.

# CAPITULO I

## 1 Problema de investigación

### 1.1 Planteamiento del problema

La capacidad pulmonar se refiere al volumen del aire o gas que puede contener los pulmones durante un determinado tiempo, el cual será utilizado para llevar el oxígeno a cada una de las células y a los órganos del cuerpo. Con el tiempo, la capacidad y función de los pulmones por lo general disminuye lentamente a medida que envejecemos. (1)

El término biomasa se refiere a toda la materia orgánica que proviene de árboles, plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía; o las provenientes de la agricultura (residuos de maíz, café, arroz, macadamia), del aserradero (podas, ramas, aserrín, cortezas) y de los residuos urbanos (aguas negras, basura orgánica y otros). Esta es la fuente de energía renovable más antigua conocida por el ser humano, pues ha sido usada desde que nuestros ancestros descubrieron el secreto del fuego. (2)

La exposición de humo de leña es uno de los problemas serios en muchos países en desarrollo, un gran número de individuos está todavía expuestos al humo de combustibles como la leña y otros materiales biológicos (biomateriales o biomasa). La disponibilidad y bajo precio de estos combustibles los hacen una fuente importante de energía. Es por lo tanto fácil imaginar que personas que están frecuentemente expuestas al humo en los hogares desarrollarán un daño pulmonar grave y que se puede manifestar en la edad madura o en la vejez. (3)

“Los análisis de los factores de riesgo de EPOC en el grupo étnico Li en Hainan, República Popular China” de Yipeng Ding de China explica que el humo de biomasa es un factor de riesgo principal para el desarrollo de EPOC, especialmente en los países de ingresos bajos y medianos. En este estudio, los resultados mostraron que la tasa de incidencia de EPOC asociada con el humo de biomasa fue

significativamente más alta que la de la energía moderna. Se ha encontrado previamente que la aparición de EPOC se asocia con tos frecuente en la infancia y antecedentes familiares de enfermedad respiratoria (antes de los 14 años). (4)

“Exposición al humo de la madera y efectos sobre la salud asociados en el África subsahariana: una revisión sistemática” de Bede-Ojimadu en África explica que la contaminación del aire en interiores causada por estufas de leña ineficaces y chimeneas abiertas es la principal fuente de exposición al humo de leña, especialmente en los hogares de las zonas rurales, siendo las mujeres las que hacen la mayor parte de la cocina de hogar, niños menores de cinco años y los ancianos son los más expuestos. Los resultados demostraron que existe una asociación positiva entre la exposición al humo de leña y la función pulmonar reducida, o un mayor riesgo de defecto pulmonar obstructivo, además se encontró otros problemas respiratorios como tos, sibilancias y disneas. (5)

En el artículo “Activación de TRPV3 (Receptor Transitorio Potencial Catiónico Canal Subfamilia V miembro 3) por partículas de humo de madera y funciones en la neumotoxicidad” de Cassandra E. Deering-Rice en USA dice que las emisiones de humo de madera y biomasa son contaminantes frecuentes del aire en interiores y exteriores y un importante problema de salud pública generando irritación pulmonar, alteración de las funciones inmunitarias pulmonares, exacerbación del asma y las enfermedades cardiovasculares. Las exposiciones crónicas ocurren con frecuencia en lugares subdesarrollados donde la biomasa se quema para obtener calor y en estufas de cocina abiertas, poco ventiladas e ineficientes. (6)

En el artículo “Intervenciones con estufas de leña e infecciones respiratoria infantiles en comunidades rurales: fundamento y método de kidsAir” de W. Noonan C. en EE.UU., explica que las LRTI (infecciones del tracto respiratorio inferior) son una de las causas de morbilidad infantil y representa el 27% de las hospitalizaciones entre niños menores de cinco años y las citas ambulatorias a una tasa anual de 133 por 1000 niños menores de cinco años, siendo la bronquiolitis y la neumonía las

formas más comunes de LRTI. Numerosos estudios en países industrializados han demostrado que la PM (material particulado) sea de 2.5 ambiental se asocia con un mayor riesgo de infecciones del tracto y síntomas respiratorios. (7)

“Protocolo de estudio para una intervención de estufas de cocina aleatorias de cuña escalonada en zonas rurales de Honduras: contaminación del aire en los hogares y salud cardiometabólica” por N. Young B expone lo siguiente, la combustión de biomasa en estufas ineficientes y mal ventiladas crea una mezcla compleja de contaminantes, que incluye material particulado (PM), monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles, hidrocarburos aromáticos policíclicos y óxidos de nitrógeno. Cada vez hay más pruebas que relacionan la contaminación del aire en los hogares con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares (ECV) a través de posibles vías inflamatorias y de estrés oxidativo. La exposición a la contaminación del aire doméstico también está ganando reconocimiento por su impacto potencial en la diabetes tipo 2, con mecanismos propuestos que vinculan la contaminación del aire y la disfunción metabólica a través de la inflamación crónica. (8)

“Mecanismos patogénicos en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica causada por exposición a humo de biomasa” de Rafael Silva en Chile habla que aproximadamente el 50% de la población mundial y el 90% de los hogares en zonas rurales recurren a la quema de biomasa como principal fuente de energía. Más del 80% de los hogares en China, India y el África usan biomasa como combustible, mientras que en Latinoamérica la proporción oscila entre el 30 y el 75%. Existen razones socioculturales que hacen de las mujeres y los niños sean los principales grupos de población expuestos a este contaminante, en este contexto, se estima que las mujeres pasan un promedio de más de 6.000 horas de su vida cocinando cerca de una estufa de biomasa. (9)

En el artículo titulado “Enfermedad pulmonar obstructiva crónica por exposición al humo de biomasa ” por el autor Carlos A. Torres-Duque en Colombia expresa que

varios estudios donde se ha probado que el humo de biomasa perjudica en mayor proporción a mujeres a esto se debe adicionar cualidades como la estatura, si son nacidas en zonas rurales, índice de masa corporal, hay una proporción más grande de población a desarrollar esta patología en esta clase de territorios debido que el humo de biomasa es un elemento de peligro ya que se habla que alrededor de 3 billones de individuos en la actualidad están expuestos al humo de este combustible comparativamente con el billón que fuman tabaco. (10)

“Contaminación del aire de interiores en hogares en situación de pobreza extrema en Colombia” de José A. Soto-Moreno considera que cerca 1.2 millones de individuos en situación de pobreza permanecen expuestos a la contaminación de biomasa. La utilización de biocombustible para guisar se asoció de forma significativa a una posibilidad más alta de exponer limitación cardiovascular y/o respiratoria en todos los conjuntos etarios analizados excepto en menores de 5 años, las mujeres entre 30 y 64 años ha sido el grupo que más riesgo presenta a padecer algún tipo de enfermedad por el humo de los biocombustibles. La existencia del elemento de peligro está relacionada a el área rural, a la etnia indígena. (11)

La problemática radica que la exposición de humo de leña es la principal fuente de contaminación dentro del hogar, generador por fogones ineficientes que queman madera y otros biomateriales, siendo los países en vías de desarrollo los mas perjudicados por esta práctica, ocasionando fuertes problemas de salud asociado a enfermedades respiratorias tales como tuberculosis asma, EPOC, infecciones respiratorias agudas, entre otras; siendo los adolescentes uno de los grupos que mayor contacto tiene con este contaminante por permanecer una buena parte de su tiempo dentro del hogar sin olvidar que aún se desconoce los niveles de exposición y afectación en este grupo.(12)

Añadiendo también, otros tipos de inconvenientes producto del humo de biomasa es un alto índice de polución ambiental y en el hogar, en el sector social estos pacientes no llevan sus actividades con normalidad, afectado su calidad de vida

tanto en el presente como en futuro, hay que tomar en cuenta que la desinformación es otro motivo que promueve el uso de este tipo de biocombustible. (13,14)

A esto se suma los gastos que corre por parte del Sistema de Salud Pública ya que para garantizar los derechos humanos de la población que estuvo en contacto con el humo de biomasa a largo plazo, el Estado estará en la obligación de brindar la atención médica calificada, insumos médicos, equipos e infraestructura desde la atención médica primaria hasta el tercer nivel de atención de salud. Igualmente, muchos de estos pacientes en condiciones graves necesitarán una cama en el hospital en la cual recibirán medicación, atención medica capacitada, alimento, utilizarán equipos médicos con la finalidad de controlar y mejorar su estado de salud, lo que también corre por cuenta del Estado. (15)

En la comunidad de Selva Alegre del cantón Otavalo no existe algún tipo de información en la que demuestre que los habitantes de este sector, sobre todo en adolescentes, presenten algún tipo problema respiratorio provocado por la exposición de este humo, pese a que en estos lugares el uso de este combustible es utilizado en reiteradas ocasiones.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuáles son los resultados de la evaluación de la capacidad pulmonar en adolescentes por exposición a humo de leña, pertenecientes a la comunidad de Selva Alegre del cantón Otavalo?

### **1.3 Justificación**

El motivo de esta investigación fue evaluar la capacidad respiratoria en los adolescentes expuestos a humo de leña pertenecientes a la comunidad de Selva Alegre del cantón Otavalo, ya que por ser una zona rural una gran parte de los habitantes optan por usar biocombustibles para ejecutar sus actividades diarias, provocando una exposición a largo con este humo generando serios problemas de salud y así perjudicando su estilo de vida.

El proyecto fue viable ya que contó con la autorización del presidente de la comunidad además los habitantes de la comunidad de Selva Alegre firmaron un consentimiento informado y el investigador estuvo capacitado en el tema. Factible, puesto que para realizar todo el proceso de investigación se contó con todos los recursos tanto: tecnológicos, bibliográficos, económicos, instrumentos de evaluación como el espirómetro, lo cual facilitó el desarrollo de la presente investigación tomando en cuenta de forma primordial el uso de materiales de bioseguridad al momento de la evaluación.

La investigación tuvo un impacto social por su enfoque en el ámbito de la salud al establecer la condición en la que se encuentran los adolescentes que están en contacto con humo de biomasa, donde se determinó el nivel de afectación de esta práctica en los adolescentes de la comunidad de Selva Alegre, en este caso la capacidad pulmonar en la que se observa que existe una alta probabilidad de padecer enfermedades pulmonares de tipo obstructivo. Además, se proporcionó información pertinente encontrada en el proceso de investigación para que las autoridades de la comunidad puedan tomar medidas para tratar de controlar este procedimiento y evitar graves consecuencias en los habitantes de la comunidad.

Los beneficiarios directos de la investigación son los adolescentes y las familias pertenecientes a la comunidad de Selva Alegre ya que con los resultados obtenidos en la investigación se logró conocer los efectos de la exposición de humo de leña sobre los adolescentes además el investigador ya que aplicó todo el conocimiento aprendido durante la formación estudiantil como beneficiario indirecto se encuentra la Universidad Técnica del Norte y la Carrera de Terapia Física Médica por formar parte de este proceso de investigación y de contribuir con nuevos datos para la comunidad científica.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Determinar la capacidad pulmonar en adolescentes expuestos a humo de leña, pertenecientes a la comunidad de Selva Alegre del cantón Otavalo

### **1.4.2 Objetivo Específicos**

- Caracterizar a los sujetos de estudio según la edad, género y etnia.
- Evaluar la capacidad pulmonar e índice de gravedad de los sujetos de estudio.
- Relacionar la capacidad pulmonar según la edad, género y etnia.

### **1.4.3 Preguntas de investigación**

- ¿Cuáles son las características sociodemográficas de la población de estudio según la edad, género y etnia?
- ¿Cuál es el resultado de la evaluación de la capacidad pulmonar e índice de gravedad en los sujetos de estudio?
- ¿Cuál es la relación de la capacidad pulmonar, según la edad, género y etnia?

## CAPITULO II

### 2 Marco Teórico

#### 2.1 Sistema Respiratorio

El sistema respiratorio es el nexo de esta importante fuente de oxígeno. Incluye el diafragma y los músculos del pecho, la nariz y la boca, la faringe y la tráquea, el árbol bronquial y los pulmones. La circulación sanguínea, el corazón y el cerebro también están involucrados. El torrente sanguíneo toma oxígeno de los pulmones para distribuirlo al resto del cuerpo y devuelve el dióxido de carbono a los pulmones para su eliminación. El corazón crea la fuerza para mover la sangre a la velocidad y presión correctas por todo el cuerpo. El correcto funcionamiento de todo el sistema está regulado por el cerebro y el sistema nervioso autónomo. (16)

Una persona en reposo respira alrededor de 6 litros de aire por minuto. El ejercicio intenso puede incrementar esta cantidad hasta cerca de 75 litros por minuto. Durante un período de trabajo de 8 horas, con actividad moderada, la cantidad de aire respirado puede estar alrededor de los 8.5 m<sup>3</sup> (300 pies cúbicos). Habitualmente se piensa que la piel, con su área de superficie de 1.9 m<sup>2</sup> (20 pies cuadrados), presenta la mayor exposición al aire que cualquier otra parte del cuerpo. Sin embargo, son en realidad los pulmones quienes tienen la máxima exposición, con un área de superficie expuesta al aire de 28 m<sup>2</sup> (300 pies cuadrados) durante la fase de reposo, y de hasta 93 m<sup>2</sup> (1,000 pies cuadrados) durante una respiración profunda. (16)

El sistema respiratorio es susceptible al daño causado por materiales tóxicos inhalados e irritantes, debido a que el área de superficie de los pulmones expuesta al aire es sumamente grande y a que el cuerpo tiene una gran necesidad de recibir oxígeno. La capacidad del sistema respiratorio de funcionar de manera apropiada tiene un gran impacto en el organismo. Las enfermedades de cada una de sus partes pueden conducir a una enfermedad o dañar otros órganos vitales. Por ejemplo, la enfermedad pulmonar ocupacional puede llevar a una cardiopatía. (16)

El sistema respiratorio está formado por las estructuras que realizan el intercambio de gases entre la atmósfera y la sangre. El oxígeno (O<sub>2</sub>) es introducido dentro del cuerpo para su posterior distribución a los tejidos y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) producido por el metabolismo celular, es eliminado al exterior. Además, interviene en la regulación del pH corporal, en la protección contra los agentes patógenos y las sustancias irritantes que son inhalados y en la vocalización, ya que, al moverse el aire a través de las cuerdas vocales, produce vibraciones que son utilizadas para hablar, cantar, gritar. El proceso de intercambio de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> entre la sangre y la atmósfera, recibe el nombre de respiración externa. El proceso de intercambio de gases entre la sangre de los capilares y las células de los tejidos en donde se localizan esos capilares se llama respiración interna. (17)

### **2.1.1 Anatomía**

Al describir la vía aérea hablamos de varios componentes, entre ellos se encuentra la cavidad nasal, una estructura relevante debido a la serie de funciones que tiene entre ellas la humidificación, calentamiento y aumento de la resistencia de la vía aérea permitiendo un mayor flujo respecto a la boca. Dicha cavidad generalmente localizada en línea media (de dos áreas que confluyen), la primera es la cavidad oral la cual se limita por el paladar blando y duro, los dientes y la lengua la cual es la principal causa de obstrucción en la orofaringe, en pacientes inconscientes. La orofaringe limita con la nasofaringe por arriba y por debajo con la punta de la epiglotis. La segunda es la cavidad nasal la cual se extiende desde las narinas hasta las coanas, ésta ofrece una mayor resistencia al flujo de aire. La cavidad nasal está dividida en dos cámaras por el tabique nasal. Las paredes laterales tienen tres proyecciones óseas denominadas cornetes, debajo de los cuales se sitúan las turbinas, el cornete inferior es de importancia para el paso de dispositivos para el manejo de vía aérea. (18)

### **2.1.2 Faringe**

La faringe es una estructura que combina las funciones del aparato digestivo y el sistema respiratorio, extendiéndose en un total de aproximadamente 12 a 15 centímetros desde la base del cráneo hasta la porción anterior del cartílago cricoides y el borde inferior de la sexta vertebra torácica su sección más ancha se encuentra a

nivel del hueso hioides y el segmento más estrecho a nivel esofágico. A su vez la faringe se divide en nasofaringe que comunica con la fosa nasal, orofaringe comunicación con cavidad oral y laringofaringe importante en casos de obstrucción por cuerpo extraño. (18)

### **2.1.3 Laringe**

Su estructura está constituida por un esqueleto cartilaginoso al cual se unen un grupo importante de estructuras musculares, se encuentra situada en la porción anterior del cuello y mide aproximadamente 5 cm de longitud, siendo más corta y cefálica en las mujeres y especialmente en los niños. Está relacionada con los cuerpos vertebrales C3-C6. El hueso hioides es el encargado de mantener en posición esta estructura, tiene forma de U con un ancho de 2.5 cm por un grosor de 1 cm, componiéndose de cuernos mayores y menores. Tiene tres zonas, supraglótica que contiene la epiglotis y las aritenoides, una segunda zona es la glotis que cuenta con las cuerdas vocales y las comisuras y la tercera es subglótica que abarca aproximadamente 1 cm hasta el cartílago cricoides. (18)

Esta estructura se protege mediante la epiglotis durante la deglución, del paso de cuerpos extraños o alimentos a la vía aérea inferior; otra función de las estructuras de la laringe se relación con la fonación, tema que no se tratará con profundidad en esta revisión. (18)

Su estructura consta de nueve cartílagos, de los cuales tres son pares y tres impares:

- 1 cricoides.
- 1 tiroides.
- 1 epiglotis.
- 2 aritenoides.
- 2 corniculados o de Santorini.
- 2 cuneiformes o de Wrisberg.

Estas estructuras resultan ser útiles durante el manejo de la vía aérea para diferentes maniobras como la epiglotis durante la incubación orotraqueal, o el cricoides y el

tiroides para manejo invasivo de la vía aérea. (18)

#### **2.1.4 Tráquea y bronquios**

Esta estructura inicia por debajo del cartílago cricoides a nivel de la sexta vértebra cervical (C6) aproximadamente, hasta una porción intratorácicas a nivel mediastinal correlacionándose con la quinta vértebra torácica (T5), donde se bifurca dando origen a los bronquios fuente, ésta es la carina. La tráquea con una longitud de 20 cm<sup>3</sup> y un diámetro de 12 mm está formada por 16-20 anillos cartilagosos, cuya forma semeja una «U», que se diferencian del cricoides por tener en su pared posterior una estructura mucosa con fibras musculares longitudinales y transversas que participan en algunas funciones como la tos. La forma de la tráquea en la infancia es circular, pero en la edad adulta tiende a ser ovalada. (18)

A medida que la tráquea avanza hacia la carina y los bronquios fuente, el diámetro interno se va estrechando. El bronquio derecho tiende a ser más paralelo a la tráquea, mientras el bronquio izquierdo es más perpendicular a ésta, predisponiendo de este modo a un mayor riesgo de intubación selectiva derecha por esta característica anatómica. El bronquio derecho mide 3 cm es más ancho que el izquierdo y tiene tres bronquios segmentarios el superior medio e inferior. El bronquio fuente izquierdo es más largo 4-5 cm y más estrecho; éste tiene dos bronquios segmentarios: el superior y el inferior, se considera que el superior tiene una división adicional superior e inferior o línula. (18)

Son en total 23 ramificaciones que sufre la vía respiratoria; recordemos que tiene cartílago hasta la división número 11 y que hasta la división número 16 no tenemos intercambio gaseoso; hacen parte del espacio muerto anatómico, el cual es aproximadamente 2 cm<sup>3</sup> x kg de peso (70 kg-150 mL). (18)

#### **2.1.5 Alveolos**

Última porción del árbol bronquial. Corresponde a diminutas celdas o casillas en racimo (diámetro de 300 micras) similares a un panal de abejas que conforman los sacos alveolares (de mayor tamaño en los ápices pulmonares), cuya función principal es el intercambio gaseoso. Abarcan un área de 50 a 100 mt, nacemos con

aproximadamente 45 a 50 millones de alveolos y llegan a 300 a 400 millones al final del desarrollo de nuestro sistema o aparato respiratorio. Tapizado principalmente por un epitelio plano (conformado por neumocitos tipo I y tipo II) y un espacio intersticial a base de elastina y colágeno. Los neumocitos tipo I son células de sostén, abarcan el 95% de la superficie de alveolar, pero solo corresponden al 40% de ésta, su fin fisiológico es aumentar la superficie de intercambio gaseoso. (19)

Los neumocitos tipo II son células cuboides, abarcan el 5% de la superficie alveolar y corresponden al 60% de ésta, son responsables de la producción del surfactante para disminuir la tensión superficial creada por la interface liquido gaseosa y mecanismos de defensa. Recibe todo el volumen/minuto del corazón derecho a través de la circulación proveniente de la arteria pulmonar, permaneciendo en cada capilar del alveolo no más de  $\frac{3}{4}$  de segundo. Su retorno venoso se une al retorno venoso pulmonar total. (19)

### **2.1.6 Pulmones**

Ubicados uno en cada hemitórax, con forma de cono de base amplia y ápice que alcanza por delante 2 cm por arriba de la primera costilla y por detrás a nivel de la séptima vértebra cervical. (18)

Los pulmones tienen forma cónica, sus vértices llegan a los huecos supraclaviculares y contactan con el plexo braquial y tronco arterial. La forma de los pulmones tiene 3 caras: convexo costal, cóncava diafragmática (domo) y mediastínica. El pulmón derecho e izquierdo están envueltos en una cavidad pleural propia y separados por el mediastino. El pulmón está cubierto por pleura visceral, que también se introduce en las fisuras y demarca los lóbulos. La fisura oblicua separa el lóbulo superior del inferior en ambos lados. La cisura horizontal separa el lóbulo superior y el lóbulo medio del pulmón derecho. Los pulmones son blandos, ligeros y esponjosos, tienen elasticidad para retraerse hasta en un tercio de su volumen. El soporte fibroso pulmonar, formado por elastina y colágeno, permite la distensibilidad y estabilidad de ambos pulmones. (20)

➤ **Estructuras Asociadas**

➤ **Caja torácica**

Estructura que protege o resguarda todos los órganos involucrados en nuestro sistema o aparato respiratorio. Conformado a dorsal por la columna vertebral (cervical y dorsal), superior por la clavícula, anterior por las costillas y esternón, inferior por el diafragma y lateral por las costillas y musculatura respiratoria. Cabe recordar que la ventilación se conforma por dos fases, una fase activa o inspiratoria mediada por la contracción del diafragma y los músculos intercostales externos, y una fase pasiva o espiratoria mediada por la relajación del diafragma y la contracción de los músculos intercostales internos junto a los músculos abdominales como son los rectos anteriores. Existe otro grupo muscular que se usa en situaciones de dificultad respiratoria que corresponde a la musculatura accesoria (ECM, escalenos, dorsal ancho y pectorales. (19)

**2.1.7 Pleura y espacio pleural**

Estructura situada entre la pared torácica y el pulmón. Cubierta de membranas serosas que tapizan la cavidad torácica, el pulmón, mediastino y diafragma. Según las estructuras que recubren, es posible separarla en pleura visceral (reviste los pulmones, se introduce en cisuras interlobulares y carece de inervación) y pleura parietal (tapiza el interior de la caja torácica, diafragma y mediastino). El espacio pleural se define como aquel espacio virtual con presión inferior a la atmosférica, que contiene líquido que evita la fricción y permite los movimientos ventilatorios de todo el sistema o aparato respiratorio. (19)

**2.2 Fisiología Pulmonar**

La respiración supone el transporte de oxígeno (O<sub>2</sub>) desde la atmósfera hasta los alveolos pulmonares y la eliminación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) desde los alveolos hacia el exterior. Este proceso de intercambio gaseoso (hematosis) se realiza en varias fases: ventilación pulmonar, intercambio de gases, transporte de gases (O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>) en sangre y regulación de la ventilación. (21)

**2.2.1 Mecanismos de la respiración**

El aire que contiene el oxígeno entra al cuerpo a través de la nariz y la boca. De ahí, atraviesa la faringe o garganta en su camino hacia la tráquea. La tráquea se divide

en dos vías aéreas principales llamadas bronquios, los cuales llegan a los pulmones; uno al pulmón derecho y otro al pulmón izquierdo. Los bronquios se subdividen o se ramifican en varias ocasiones formando bronquios más pequeños, quienes a su vez se vuelven a ramificar en varias ocasiones formando bronquiolos. Estos bronquios y bronquiolos se denominan el árbol bronquial debido a que las subdivisiones o ramificaciones que sufren se parecen a las ramificaciones de un árbol, sólo que en una posición inversa. Después de alrededor de 23 divisiones, los bronquiolos terminan en los conductos alveolares. Al final de cada conducto alveolar, se encuentran cúmulos de alvéolos (sacos alveolares). (16)

El oxígeno transportado a través del sistema respiratorio es finalmente transportado al torrente sanguíneo a nivel de los alvéolos. La tráquea, los bronquios principales y aproximadamente la primera docena de divisiones de los bronquios más pequeños tienen ya sea anillos o placas de cartílago en sus paredes que les evitan colapsarse o que bloqueen el flujo de aire. El resto de los bronquiolos y los alvéolos no tienen cartílagos y son muy elásticos. Esto permite que respondan a cambios en la presión conforme los pulmones se expanden y se contraen. (16)

Los vasos sanguíneos del sistema de la arteria pulmonar acompañan a los bronquios y a los bronquiolos. Estos vasos sanguíneos también se ramifican en unidades cada vez más pequeñas hasta terminar en capilares, los cuales se encuentran en contacto directo con los alvéolos. (16)

El intercambio gaseoso sucede a través de esta membrana alveolar-capilar cuando el oxígeno se desplaza hacia adentro y el dióxido se desplaza hacia fuera del torrente sanguíneo. (16)

Aunque los 300 millones de alvéolos que se encuentran en el pulmón son microscópicos, representan en su conjunto un área de superficie equivalente a las dimensiones de una cancha de tenis. (16)

La capacidad de difusión mide la facilidad con la cual el intercambio gaseoso se lleva a cabo entre los alvéolos y los capilares. Ciertas enfermedades pulmonares que afectan a los alvéolos y a la pared de los capilares pueden interferir con la difusión y reducir la cantidad de oxígeno que llega al torrente sanguíneo. Este movimiento de aire hacia adentro y hacia fuera es lo que denominamos ventilación. La contracción de los músculos inspiratorios (el principal músculo inspiratorio es el diafragma) hace que se expanda la cavidad torácica, generando una presión negativa. El flujo de aire resultante que se dirige hacia los pulmones se denomina inspiración. Durante una inspiración máxima, el diafragma se contrae forzando al contenido dentro del abdomen a desplazarse hacia abajo y hacia fuera. (16)

También intervienen los músculos intercostales externos, que se encuentran entre las costillas. Estos músculos se contraen y elevan a las costillas durante la inspiración, incrementando de esa manera el diámetro de la cavidad torácica. Además de estos músculos, los músculos escalenos y esternomastoideos del cuello pueden utilizarse durante ventilaciones extremas o en condiciones de insuficiencia respiratoria. (16)

### **2.2.2 Mecanismo de la ventilación pulmonar**

La ventilación pulmonar es el proceso mediante el cual el aire, debido a la diferencia de presión que existe dentro y fuera de los pulmones, se mueve hacia el interior y el exterior de estos, para mantener las concentraciones adecuadas de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> en los alveolos. (21)

#### **➤ Inspiración**

Es el proceso de entrada del aire hacia los pulmones cuando la presión pulmonar es menor que la presión atmosférica. Se produce por la contracción del músculo diafragma y los músculos intercostales. Cuando el diafragma se contrae desciende hacia la cavidad abdominal, alargando el tórax. La contracción de los músculos intercostales mueve las costillas, lo que da lugar a un aumento del diámetro anteroposterior y transversal del tórax. A medida que aumenta el tamaño del tórax, disminuye la presión intratorácica e intrapulmonar, produciéndose la inspiración del aire y la expansión del parénquima pulmonar. (21)

➤ **Espiración**

Es un proceso pasivo que se inicia cuando la presión pulmonar es mayor que la atmosférica, lo que da lugar a la expulsión del aire hacia el exterior. Conlleva, además, una relajación de los músculos del tórax y una disminución del tamaño de los pulmones. (21)

➤ **Intercambio de gases**

El intercambio de gases se realiza en los pulmones entre el aire que llega a los alveolos y la sangre venosa de los capilares pulmonares a través de la membrana alveolocapilar. (21)

La difusión de los gases se realiza de forma pasiva, en función de la presión parcial del oxígeno (O<sub>2</sub>) y del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Como la presión parcial de O<sub>2</sub> es mayor en los alveolos que en los capilares pulmonares, el O<sub>2</sub> pasa al interior de los capilares hasta que la presión parcial de O<sub>2</sub> se iguala a ambos lados de la membrana alveolocapilar. La difusión de CO<sub>2</sub> se realiza en sentido inverso. Al ser mayor la presión parcial del CO<sub>2</sub> en los capilares que en los alveolos, pasa por difusión hacia los alveolos hasta que las presiones se igualan a ambos lados de la membrana alveolocapilar. (21)

- El volumen de O<sub>2</sub> que difunde hacia el interior de los vasos capilares depende por lo tanto de:
- El gradiente de presión del O<sub>2</sub> entre el espacio alveolar y el interior de los capilares pulmonares. (21)
- La superficie funcional de la membrana alveolocapilar. (21)
- El volumen respiratorio por minuto. (21)
- La ventilación alveolar. (21)

➤ **Transporte de gases en sangre**

Una vez que los gases entran en el torrente sanguíneo se disuelven en el plasma, formando uniones químicas con componentes de la sangre. (21)

Aproximadamente el 97% del O<sub>2</sub> se transporta unido a la hemoglobina (Hb) del eritrocito, constituyendo la oxihemoglobina. Una molécula de Hb puede unirse con cuatro moléculas de O<sub>2</sub>. El 3% del oxígeno restante se transporta disuelto en el plasma.(21)

Cuando el O<sub>2</sub> pasa a la sangre se realiza un intercambio en los tejidos (respiración interna). Se disocia de la hemoglobina, difundiendo desde el líquido intracelular del eritrocito hacia el plasma, y desde aquí se distribuye a través de la circulación sanguínea a todas las células del organismo. (21)

El proceso se produce por una diferencia de presión entre el exterior y el interior de las células tisulares y las células sanguíneas. La presión parcial de O<sub>2</sub> es mayor en las células sanguíneas que en las tisulares, lo que facilita su difusión. La capacidad de la hemoglobina (afinidad) para unirse con el oxígeno aumenta cuando hay un incremento de la presión parcial del O<sub>2</sub> y una disminución de la presión parcial del CO<sub>2</sub>. (21)

La mayor parte del CO<sub>2</sub> se transporta unido a la Hb, formando la carboxihemoglobina. Una pequeña parte lo hace disuelto en el plasma como soluto o en forma de iones. El proceso de intercambio de CO<sub>2</sub> se lleva a cabo de la misma manera que el intercambio del O<sub>2</sub>, pero en sentido inverso. La presión parcial de CO<sub>2</sub> en los tejidos es mayor que en las células sanguíneas, lo que facilita su difusión hacia el torrente circulatorio hasta llegar a los capilares pulmonares. (21)

### ➤ **Control de la respiración**

En condiciones normales, la respiración está regulada por estímulos químicos, de tal forma que la ventilación se ve afectada por las variaciones en las concentraciones sanguíneas de CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e iones H<sup>+</sup> (hidrogeniones). El centro respiratorio, localizado en la protuberancia cerebral (apnéustico), controla las neuronas del bulbo raquídeo (neumotóxico) para que la ventilación se produzca de forma rítmica. Este centro se activa al aumentar la presión parcial de CO<sub>2</sub> en la

sangre arterial. También colaboran en el proceso respiratorio las terminaciones nerviosas o receptores de los alveolos. (21)

### 2.2.3 Volúmenes pulmonares

El intercambio de gases exige que el aire sea movilizado periódicamente dentro y fuera de los pulmones. Tanto en condiciones fisiológicas como en condiciones patológicas, el volumen de gas que ocupa los pulmones en reposo o entra y sale de ellos tanto en respiración normal como forzada, depende de las características de los pulmones, de la caja torácica y de la interacción en entre ellos, así como de la función de los músculos respiratorios en reposo y a lo largo del ciclo de la respiración. (22)

#### ➤ PRINCIPIOS FISIOLÓGICOS

- **Volumen corriente (VT o Tidal volume):** Es el volumen de gas que entra y sale de los pulmones en una respiración basal. Su valor promedio es de 500ml (22)
  
- **Volumen de reserva inspiratorio (IRV o Inspiratory reserve volume):** Representa el volumen adicional de gas que puede introducirse en los pulmones al realizar una inspiración máxima desde volumen corriente. Su valor promedio es 3000ml. (22)
  
- **Volumen de reserva espiratorio (ERV o Expiratory reserve volume):** Es el volumen de gas adicional que puede exhalarse del pulmón tras espirar a volumen corriente. Su valor promedio es 1200ml (22)
  
- **Volumen residual (RV o Residual volume):** Corresponde al volumen de gas que permanece dentro del pulmón tras una espiración forzada máxima. Su valor promedio es 1200ml.(22)
  
- **Capacidad vital (VC o (Vital capacity):** Máximo volumen de gas pulmonar movilizable. Es la suma del volumen corriente y los volúmenes de

reserva espiratoria y espiratoria. Dependiendo de la forma en que se considere, se diferencia capacidad vital inspiratoria (VC o inspiratory vital capacity), que es el volumen de gas que puede ser introducido en el pulmón con un esfuerzo inspiratorio máximo, tras una espiración máxima lenta. La capacidad vital lenta (SVC o slow vital capacity) es el volumen de gas que puede ser exhalado del pulmón con un esfuerzo espiratorio máximo lento, tras un esfuerzo inspiratorio máximo. Y la más utilizada, capacidad vital forzada (FVC o forced vital capacity), que supone el volumen de gas exhalado con un esfuerzo espiratorio máximo tras una inspiración máxima. En condiciones de normalidad, apenas existen diferencias entre las distintas modalidades de capacidad vital, pero sí puede haberlas cuando existe patología. Su valor promedio es de 4700ml.(22)

- **Capacidad inspiratoria (IC o Inspiratory capacity).** Suma del volumen corriente y del volumen de reserva inspiratorio. Representa el máximo volumen inspirado tras una espiración tranquila. Su valor promedio es de 3500ml. (22)
  
- **Capacidad residual funcional (FRC o Functional residual capacity).** Suma del volumen de reserva espiratorio y del volumen residual. Es el volumen de gas que hay dentro de los pulmones al final de una espiración tranquila y, como se mencionará después, corresponde al punto de equilibrio entre la retracción elástica del pulmón y de la caja torácica. Su valor promedio es 2400ml. (22)
  
- **Capacidad pulmonar total (TLC o Total lung capacity).** Abarca el volumen corriente, el volumen de reserva inspiratorio, el volumen de reserva espiratorio y el volumen residual. Es el máximo volumen de gas que pueden contener los pulmones. Su valor promedio es 5900ml. (22)

## 2.3 Infecciones respiratorias

### 2.3.1 Infecciones Respiratorias Agudas

Las infecciones respiratorias agudas (IRAs) son afecciones del tracto respiratorio, generalmente de etiología viral o bacteriana, que pueden producir un espectro que comprende desde infecciones asintomáticas hasta enfermedades graves y fatales, dependiendo del patógeno causante, factores ambientales y del huésped. (23)

Entre los factores asociados a la incidencia de IRAs destacan:

- **Condiciones ambientales:** Los cambios ambientales como los frentes fríos, favorecen patrones de conducta como el uso de leña intradomiciliario para mantener condiciones adecuadas de temperatura, condicionando contaminación ambiental y cambios en el epitelio respiratorio que favorecen la sobre colonización por microorganismos y se complica con alguna manifestación en la vía respiratoria. (23)
- **Disponibilidad y efectividad de la atención médica** y medidas de prevención de infecciones para contener la diseminación, por ejemplo: vacunas, acceso a Centros de Salud, capacidad de aislamiento o distanciamiento social. (23)
- **Factores del huésped:** Edad, tabaquismo, capacidad del huésped para transmitir la infección, nivel de nutrición, infección anterior o concurrente con otros patógenos, condiciones clínicas subyacentes, así como la presencia de atopias. Se ha reconocido que la deficiencia de complemento y la deficiencia de inmunoglobulina A predisponen a la sobreinfección bacteriana por microorganismos capsulados, previamente conocidos. (23)
- **Factores Genéticos:** Son más susceptibles los pacientes con antecedente de padecer asma, fibrosis quística, displasia broncopulmonar y algunos niños con inmunodeficiencias selectivas, cardiopatías congénitas y ciertas características patogénicas que incluyen modos de transmisión,

transmisibilidad, factores de virulencia (por ejemplo: genes que codifican toxinas) y carga microbiana (tamaño del inóculo). (23)

### **2.3.2 Infecciones Respiratorias Crónicas**

Las Enfermedades Respiratorias Crónicas (ERC) son patologías que afectan al pulmón y/o a las vías respiratorias, no tienen un tratamiento curativo definitivo y, por lo general, son de progresión lenta. (23)

Los síntomas respiratorios son el principal motivo de consulta en las unidades de primer nivel de atención. En la infancia tiene relevancia clínica el asma, tanto por sus costos económicos de diagnóstico y tratamiento, como por las secuelas a largo plazo que, de no tratarse a tiempo, pueden ser parte de las estadísticas de enfermedad obstructiva crónica en la edad adulta. (23)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que anualmente mueren 250,000 personas por asma a nivel mundial. La tasa de mortalidad es diferente entre los países y no es paralela a la prevalencia. La alta mortalidad por asma parece estar asociada a países donde el acceso a los servicios de salud y los medicamentos es nulo y la terapia de control no está disponible, comparado con otros países donde las muertes por esta patología han disminuido recientemente como resultado de mejora en el desempeño del proceso de atención de la enfermedad. (23)

### **2.3.3 Fisiopatología del humo de leña**

En humanos se ha demostrado que la inhalación de humo de biomasa causa infiltración neutrofílica, mayor expresión de genes para metaloproteinasas e incremento de su actividad, además de desactivación del surfactante pulmonar. Así mismo, produce disfunción fagocítica en macrófagos, alteración de la movilidad mucociliar y reducción de la eliminación de bacterias. Sujetos expuestos a humo de leña demostraron regulación positiva de la actividad de la arginasa en plaquetas y eritrocitos generando un mayor estrés oxidativo y, por consiguiente, a apoptosis en células humanas. Esto es respaldado también porque se ha demostrado que el humo de combustibles sólidos produce daño del ADN en células humanas cultivadas. (24)

Cabe destacar que esta inflamación de las vías respiratorias aumenta las citoquinas inflamatorias, neutrófilos circulantes, partículas de LDL (lipoproteínas de baja densidad) oxidadas y las especies reactivas de oxígeno, todos los cuales están asociados con el desarrollo de la aterosclerosis, esto medido a través de un espesor íntima-media carotídeo aumentado, incremento de la prevalencia de placas ateroscleróticas y mayor presión arterial en personas expuestas a biomasa. (24)

## **2.4 Biocombustible**

Se entiende por biocombustible aquellos combustibles que se obtienen de biomasa. El término biomasa, en el sentido amplio, se refiere a cualquier tipo de materia orgánica que haya tenido su origen inmediato en el proceso biológico de organismos recientemente vivos, como plantas, o sus desechos metabólicos (el estiércol); el concepto de biomasa comprende productos tanto de origen vegetal como de origen animal. En la actualidad se ha aceptado este término para denominar al grupo de productos energéticos y materias primas de tipo renovable que se origina a partir de la materia prima orgánica formada por vía biológica. Quedan por tanto fuera de este concepto los combustibles fósiles o los productos orgánicos derivados de ellos, aunque también tuvieron su origen biológico en épocas remotas. Hoy en día se pueden diferenciar distintos tipos de biomasa. (25)

### **2.4.1 Tipos de biomasa**

- **Biomasa primaria:** Es la materia orgánica formada directamente de los seres fotosintéticos. Este grupo comprende la biomasa vegetal, incluidos los residuos agrícolas y forestales. (25)
- **Biomasa secundaria:** Es la producida por los seres heterótrofos que utilizan en su nutrición la biomasa primaria. La constituyen la materia fecal o la carne de los animales. (25)
- **Biomasa terciaria:** Es la producida por los seres que se alimentan de biomasa secundaria, por ejemplo, los restos y deyecciones de los animales carnívoros que se alimentan de herbívoros. (25)

- **Biomasa natural:** Es la que producen los ecosistemas silvestres; 40% de la biomasa que se produce en la tierra proviene de los océanos. (25)
- **Biomasa residual:** La que se puede extraer de los residuos agrícolas y forestales, y de las actividades humanas. (25)
- **Cultivos energéticos:** Recibe esta denominación cualquier cultivo agrícola cuya finalidad sea suministrar la biomasa para producir biocombustibles. (25)

#### **2.4.2 Efectos en el ser humano**

El efecto inmunológico que ejercen las partículas de humo de biocombustibles aún no se ha caracterizado por completo, ya que su potencial citotóxico e inflamatorio depende de las características físicas y químicas de las partículas, las cuales varían considerablemente dependiendo del tipo de combustión. Las partículas que se generan durante la combustión a temperaturas medias producen un mayor efecto citotóxico, en comparación con aquellas que son resultado del pirólisis, incrementando así la secreción de citocinas proinflamatorias como IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8 y TNF- $\alpha$  en macrófagos. De manera adicional se dice que los bomberos forestales pueden cursar con un mayor reclutamiento de granulocitos a nivel pulmonar posterior a la exposición al humo de leña mayor a 3 horas. (26)

Existe evidencia de que los HAP presentes en el extracto orgánico de la partícula de humo de biomasa son responsables de la mayor parte de los efectos citotóxicos en células como macrófagos alveolares y neumocitos. Aunque no son los únicos componentes de la partícula que tienen efectos tóxicos, al exponer monocitos a la fracción orgánica de humo de leña se ha reportado una disminución en la capacidad de éstos para activar a los linfocitos y eliminar al patógeno en un cocultivo infectado con *Streptococcus pneumoniae*. (26)

#### **2.5 Adolescencia y salud**

Los adolescentes son considerados como un subconjunto saludable de la población, y como resultado, generalmente no se les da importancia a sus necesidades de

salud. Sin embargo, el fortalecimiento del desarrollo de salud de los jóvenes les permite pasar a la vida de adultos con más habilidades para servir a sus comunidades de una forma productiva, estimulando crecimiento económico. Además, muchos hábitos dañinos son adquiridos tempranos en la vida, y se convierten en problemas serios de salud en la edad adulta.(27)

Más de 80% de escolares de 10 a 18 años encuestados en nueve países de El Caribe y Latinoamérica describió su salud como buena o excelente. La existencia de una buena comunicación familiar se identificó como un factor de protección de la salud en general. Así, el riesgo asociado con tener problemas de salud era aproximadamente 50% menor en quienes se sentían conectados con su familia. Los problemas de salud que adolescentes de El Caribe y Latinoamérica identificaron con mayor frecuencia fueron cefaleas, trastornos del crecimiento y trastornos del sueño, asociados en algunos casos con problemas familiares y abuso. Casi 70% de los encuestados estaba conforme con su peso y más de 75% dijo hacer algún tipo de actividad física al menos una vez por semana.(28)

Las tasas de mortalidad de adolescentes y jóvenes son bajas en comparación con los otros grupos etáreos y la mayoría de las muertes son debidas a causas externas (accidentes, homicidios y suicidios). En la mayoría de los países, los accidentes de tráfico son la causa más importante de mortalidad en este grupo etareo. (28)

### **2.5.2 Enfermedades respiratorias en adolescentes**

Las infecciones respiratorias que sobrellevan los adolescentes son un complejo grupo de enfermedades derivadas por diferente etiología ya sea bacteriana, viral, etc., que afecta la estructura del aparato respiratorio a cualquier nivel. Es de gran importancia prevenir la enfermedad por medio de tratamientos, terapias respiratorias y programas de vacunación lo que permitirá disminuir en gran medida las tasas altas de mortalidad a causa de las enfermedades respiratorias.(29)

En la adolescencia, entre las niñas de 10 a 14 años, la causa principal de muerte son las infecciones de las vías respiratorias bajas, como la neumonía, originadas a

menudo por la contaminación del aire interior por los combustibles manejados en los hogares para cocinar. (30)

### **2.5.3 Adolescentes expuestos a humo de leña o biomasa**

Hoy día se sabe que diversos procesos o eventos adversos que ocurren durante la gestación, el nacimiento, la infancia y la adolescencia afectan al desarrollo pulmonar y podrían incrementar el riesgo individual de un sujeto para padecer de patología respiratoria en la edad adulta. Hipotéticamente, el daño producido por la exposición a humos en las etapas más tempranas del crecimiento del adolescente podría ser mayor que si esta comenzase en fases más tardías, e incrementaría el riesgo de sufrir una infección respiratoria. Por otra parte, la exposición al humo aumenta cuantitativamente cuando la biomasa se emplea como sistema de calefacción, y en este contexto presenta diferencias estacionales que dificultan todavía más el estudio de las relaciones dosis-respuesta. El grado de contaminación varía mucho en función de la ventilación de la vivienda, del tipo de cocina o calentador y del combustible empleado, y hace difícil comparar series de países diferentes. Además, aún no se ha estandarizado un método sencillo y fiable para cuantificar la exposición.(31)

## **2.6 Evaluación respiratoria**

La evaluación de la función pulmonar es una herramienta esencial para los neumólogos por tener un papel trascendente, tanto en el diagnóstico, como en el seguimiento del tratamiento en la evaluación pronóstica de las enfermedades del aparato respiratorio. Las pruebas de función respiratoria (PFR) son un conjunto de técnicas diagnósticas cuyo objetivo es estudiar los diversos aspectos del funcionamiento del aparato respiratorio. Proporcionan una información objetiva, precisa y fiable de muchos pacientes. (32)

Dentro de estas técnicas, la espirometría constituye una técnica básica e imprescindible que juega un papel crucial dentro del estudio de la función pulmonar y con su evaluación podremos tomar muchas decisiones. Sin embargo, en muchas otras ocasiones la información aportada por la espirometría es insuficiente, por lo que debe ser complementada con otras herramientas distintas capaces de

darnos información sobre otros aspectos de la función pulmonar.(32)

### **2.6.1 Instrumento de medición**

#### **➤ Espirometría**

La espirometría es una prueba de función respiratoria que evalúa las propiedades mecánicas de la respiración; mide la máxima cantidad de aire que puede ser exhalada desde un punto de máxima inspiración. El volumen de aire exhalado se mide en función del tiempo. Los principales parámetros fisiológicos que se obtienen con la espirometría son la capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1); a partir de estas dos se calcula el cociente FEV1/FVC. (33)

#### **➤ Aplicaciones**

Al margen de su utilidad para el diagnóstico y la monitorización de muchas enfermedades respiratorias, la espirometría tiene otras potenciales aplicaciones. Existe evidencia que la determinación de la edad funcional pulmonar puede potenciar el éxito del abandono del tabaquismo y que la espirometría resulta de utilidad para estimar el riesgo de cáncer de pulmón, de deterioro cognitivo o de mortalidad de cualquier causa o de origen cardiovascular.(34)

La utilidad que se puede dar a esta herramienta de evaluación podemos encontrar:

#### **Diagnósticas**

- Evaluación de síntomas o signos respiratorios (34)
- Medición del efecto de la enfermedad sobre la función pulmonar (34)
- Cribado de sujetos en riesgo de enfermedad pulmonar (34)
- Evaluación del riesgo de procedimientos quirúrgicos, especialmente torácicos o abdominales altos (34)
- Estimación de gravedad y pronóstico en enfermedades respiratorias o de otros órganos que afecten a la función respiratoria (34)
- Valoración del estado de salud antes del inicio de programas de actividad física intensa (34)
- Examen físico rutinario (34)

### **Monitorización**

- Evaluación del efecto de intervenciones terapéuticas (34)
- Monitorizar el curso de enfermedades que afecten a la función pulmonar (34)
- Monitorizar a personas expuestas a sustancias potencialmente tóxicas para los pulmones, incluyendo fármacos (34)

### **Evaluación del deterioro/discapacidad**

- Programas de rehabilitación (34)
- Evaluación de disfunción por seguro médico y valoraciones legales (seguridad social, peritajes, etc.) (34)

### **Salud pública**

- Estudios epidemiológicos (34)
- Generación de ecuaciones de referencia(34)

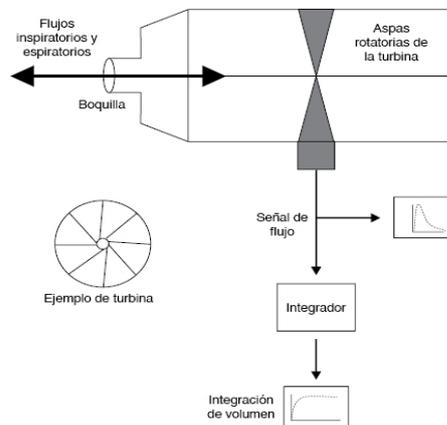
### **Investigación clínica**

#### **➤ Partes del espirómetro**

Los espirómetros actuales son computarizados y miden flujos, calculando los volúmenes. Pueden ser fijos o portátiles. El equipo debe contar con una pantalla para visualizar las maniobras realizadas al momento del examen, mostrar las curvas flujo/volumen y volumen/tiempo en tiempo real, condición indispensable para la evaluación de la calidad del examen. Para obtener las mediciones los equipos usan neumotacógrafos o sensores de flujo, siendo actualmente los más utilizados:(35)

- **Turbina:** Basada en que la velocidad de giro de las aspas, registrada mediante sensores ópticos, es proporcional al flujo que pasa a través del dispositivo. (33)
- **Neumotacógrafo:** Un transductor de presión transforma la señal de presión diferencial en eléctrica, que es ampliada y procesada.(33)

- **Anemómetros:** Tienen un hilo metálico en el cabezal (generalmente de platino) calentado a temperatura constante por medio de corriente eléctrica. Al pasar el flujo de aire enfría el hilo y se calcula el flujo. (33)
- **Boquillas:** desechables de cartón o las recomendadas por el fabricante y boquillas tipo buceo para aquellos pacientes que no logran realizar un buen selle con los labios. (33)
- **Pinzas nasales.** (33)



**Ilustración 1:** Partes del espirómetro.

**Fuente:** Benítez-Pérez RE, Torre-Bouscoulet L, Villca-Alá N, Del-Río-Hidalgo RF, Pérez-Padilla R, Vázquez-García JC, et al. Espirometría: recomendaciones y procedimiento. NCT Neumol Cir Tórax. 2019;78(S2):97-112.

### ➤ Interpretación

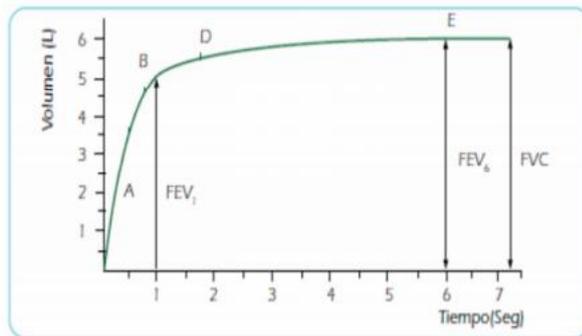
Los parámetros fundamentales para la interpretación de la espirometría son VEF1, FVC y el índice FVC/ VEF1, que se comparan con los valores de referencia o predichos, los cuales se obtienen a partir de individuos sanos y se ajustan por sexo, edad, talla, peso y origen étnico. (36)

- **Volumen espiratorio máximo en el primer segundo (VEF1):** Cantidad de aire que se moviliza en el primer segundo de una espiración forzada. Es un flujo, no un volumen (mililitros / 1 sg), de modo que puede expresarse como ml/s o como un tanto por ciento frente a sus cifras teóricas. Su valor normal es mayor del 80 %. (37)

- **Capacidad vital forzada (FVC):** Cantidad de aire que se moviliza en una inspiración o espiración máximas forzadas. Se expresa en mililitros (es un volumen), o como un tanto por ciento frente a una tabla de cifras teóricas para los datos antropométricos del paciente (con relación a su edad, altura, sexo y raza. Su valor normal es de unos 3 – 5 litros, y debe ser mayor del 80 % del valor teórico. (37)
  
- **Cociente FEV1 / FVC:** Aporta información sobre qué cantidad del aire total espirado lo hace en el primer segundo. Es una tasa, por lo que suele representarse en tanto por ciento (no frente a valores teóricos, sino respecto a sí misma: tanto por ciento de la FVC que se espira en el primer segundo). Su valor normal es mayor del 70 %. (37)

➤ **Grafica Volumen-Tiempo**

La gráfica VT, con frecuencia llamada sólo espirograma, presenta el tiempo en segundos en el eje horizontal (x) contra el volumen en litros en el eje vertical (y). Un espirograma aceptable muestra un inicio abrupto con un incremento brusco en el volumen durante el primer segundo de la espiración. Posteriormente, alcanza una transición o rodilla de la curva entre los segundos 1 y 2 y finalmente una meseta donde a pesar de varios segundos hay poco incremento en el volumen. La mayoría de los adultos alcanzan la FVC antes del segundo 6; sin embargo, algunos adultos mayores o personas con obstrucción al flujo aéreo requieren más de 10 segundos de espiración. Técnicamente se requiere de una meseta de al menos un segundo donde el volumen no cambia más de 25 ml, para decir que el individuo ha alcanzado su FVC.(38)

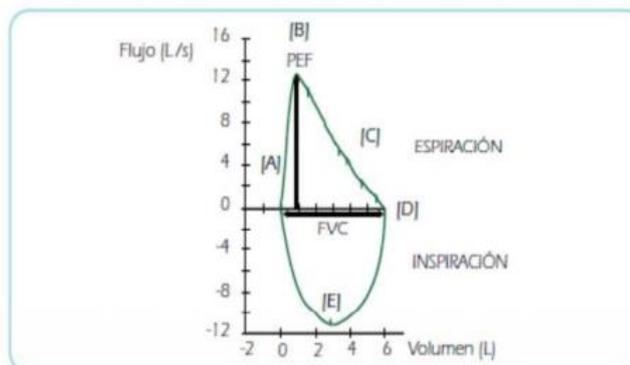


**Ilustración 2:** Curva Volumen-Tiempo.

**Fuente:** Romanó DHS, Muiño DraA, Márquez DraMN. Manual de entrenamiento en espirometría [Internet]. 2010. Disponible en: <https://www.medicinalaboraldevenezuela.com.ve/archivo/doc-medicina-del-trabajo/manual-espirometria-ALAT-2005.pdf>

➤ **Curva Flujo/Volumen**

La gráfica FV, presenta el comportamiento del flujo espiratorio (equivalente a la aceleración del volumen) en el eje vertical contra el volumen espirado en el eje horizontal. Esta curva tiene una fase espiratoria de forma triangular y una fase inspiratoria de forma semicircular que se presentan por arriba y por abajo, respectivamente, del eje horizontal. Sin embargo, en la mayoría de las espirometrías sólo se muestra la fase espiratoria. La fase espiratoria, de forma triangular inicia con un ascenso muy vertical que termina en un flujo pico o flujo máximo (PEF por sus siglas en inglés) y que se alcanza antes de 0.12 segundos de la espiración. Esta curva es de gran utilidad para evaluar el esfuerzo inicial del paciente. Se puede observar el volumen exhalado (FVC), y el flujo máximo (PEF). (38)



**Ilustración 3:** Curva Flujo/Volumen.

**Fuente:** Romanó DHS, Muiño DraA, Márquez DraMN. Manual de entrenamiento en espirometría [Internet]. 2010. Disponible en: <https://www.medicinalaboraldevenezuela.com.ve/archivo/doc-medicina-del-trabajo/manual-espirometria-ALAT-2005.pdf>

### ➤ Patrones Espirométricos

Existen sólo cuatro posibilidades en la interpretación de una espirometría: patrón obstructivo, patrón restrictivo, patrón mixto o espirometría normal. (37)

Tabla 8. Cifras normales de los valores espirométricos	
Cociente FEV <sub>1</sub> / FVC	70 – 85 %
FEV <sub>1</sub>	80 – 120 %
FVC	80 – 120 %

#### Ilustración 4: Valores normales de la espirometría.

**Fuente:** Cabezón GR de Á, Rey JG, Estévez CR, Carrasco RT, Blanco AM, Riádigos MIG, et al. Las 4 reglas de la espirometría. Cad Aten Primaria. 2014;20(1):7-50

### ➤ Patrón obstructivo

El paciente presenta una limitación al flujo aéreo, esto es, una obstrucción a la salida del aire (bien un broncoespasmo, fibrosis bronquial, etc.), lo que determina que el flujo espiratorio sea menor, compensándolo con un mayor tiempo de espiración (al aire le cuesta salir, pero si esperamos más tiempo acabará por salir todo). (37)

Esto se observa en la espirometría como:

- Disminución del cociente FEV<sub>1</sub> / FVC (menor del 70 %): Es el dato que define la obstrucción. (37)
- Disminución del FEV<sub>1</sub> (menor del 80 %). (37)
- FVC normal (disminuido, menor del 80 %, en casos avanzados). (37)

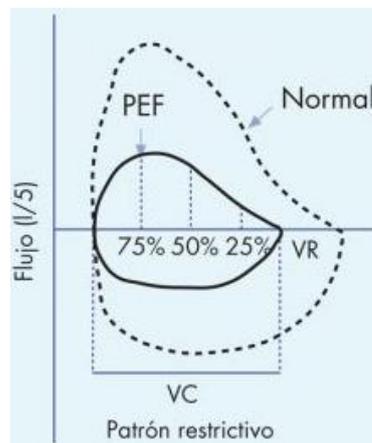
Otros datos:

- Disminución del FEF<sub>25-75%</sub> (menor del 60 %): Marcador de obstrucción en vías aéreas pequeñas. (37)
- Disminución del PEF (menor del 80 %): Marcador de gravedad en cuadros obstructivos. (37)
- Aumento del volumen residual y la capacidad pulmonar total (en casos avanzados): Sólo objetivable en laboratorios de Neumología. (37)
- Aumento del cociente volumen residual / capacidad pulmonar total (en casos avanzados): Sólo objetivable en laboratorios de Neumología. (37)



Otros datos:

- FEF25–75% normal o disminuido (menor del 60 %), por las mismas razones que el FEV1. (37)
- PEF normal o disminuido (menor del 80 %), por las mismas razones que el FEV1. (37)
- Volumen residual y capacidad pulmonar total normales o disminuidos (en ocasiones, y según la enfermedad que lo origine, puede aparecer un volumen residual elevado, por atrapamiento aéreo, que también produce un fenómeno de restricción al no ser un aire útil por no intercambiarse nunca). (37)



**Ilustración 6:** Curva flujo/volumen de un patrón restrictivo.

**Fuente:** <https://neurocen.com/wp-content/uploads/2016/11/image-3.png>

#### ➤ Patrón mixto

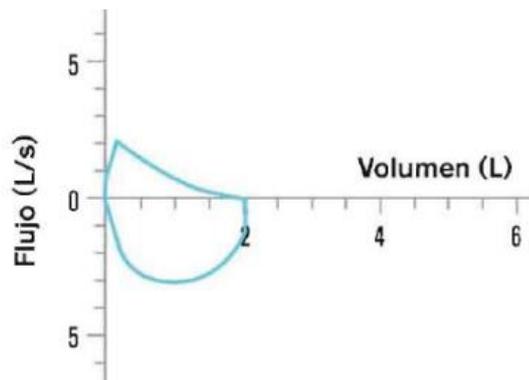
Una combinación de los anteriores, generalmente por evolución de cuadros que al principio sólo eran obstructivos o restrictivos puros. Esto da lugar a que los hallazgos varíen según qué trastorno predomine en el paciente: (37)

- FEV1 disminuido: Más que en cualquier otro patrón, ya que asocia el descenso propio de la restricción (por falta de expansión de la caja torácica), con el propio de la obstrucción (por alargamiento del tiempo espiratorio). (37)
- FVC disminuida: Por el componente restrictivo. (37)

- Cociente FEV1 / FVC normal, aumentado o disminuido, según qué componente predomine más: Lo más frecuente es que esté también disminuido, por sumación de los descensos del FEV1 y la FVC. (37)

Otros datos:

- FEF25–75% disminuido (menor del 60 %), por las mismas razones que el FEV1. (37)
- PEF disminuido (menor del 80 %), por las mismas razones que el FEV1. (37)
- Volumen residual y capacidad pulmonar total que pueden ser normales, aumentados o disminuidos, según la enfermedad que lo provoque: Sólo objetivables en laboratorios de Neumología. (37)



**Ilustración 7:** Curva flujo/ volumen de un patrón mixto.

**Fuente:** <https://www.neumosur.net/files/Moodle/NEUMO-3.0/UD1.1Algoritmo-interpretacion-espirometria.pdf>

### ➤ **Criterio de aceptabilidad**

Para que una espirometría sea considerada válida, debe presentar al menos tres curvas con unas condiciones técnicas adecuadas, constatables sólo con ver las gráficas, que deben tener:

#### **Inicio adecuado:**

- Elevación abrupta y vertical en la curva F/V y de forma triangular. (33)
- Volumen extrapolado < 0.15 L o 5 % de la FVC. (33)

### Terminación adecuada:

- Exhalación de al menos 6 segundos (en  $\geq 10$  años de edad) y al menos 3 segundos (en niños  $< 10$  años de edad). (33)
- Lograr una meseta de un segundo: sin cambios  $> 0.025$  L (25 mL) por al menos 1 segundo en la curva V/T. (33)
- El sujeto no puede continuar exhalando o se niega a hacerlo. (33)

Libre de artefactos, es decir, no debe haber evidencia de:

- Terminación temprana. (33)
- Esfuerzo variable. (33)
- Tos en el primer segundo. (33)
- Cierre glótico (33)
- Exhalaciones repetidas (33)
- Obstrucción en boquilla o fuga alrededor de la misma (33)
- Errores de línea de base (sensores de flujo) (33)
- Fugas en el sistema (espirómetros de volumen) (33)
- **Criterio de repetibilidad**

Una vez que se logran obtener tres maniobras aceptables, se debe evaluar la repetibilidad de la prueba bajo los siguientes criterios: la diferencia entre los dos valores más altos de FEV1 y los dos valores más altos de FVC debe ser  $\leq 200$  mL (idealmente  $\leq 150$  mL). En términos sencillos, la repetibilidad es un indicador de la consistencia de la medición. En la medida en la que un fenómeno es consistente, menor es la probabilidad de error. (33)

Grado	Maniobras aceptables	Repetibilidad (FVC y FEV <sub>1</sub> )	Comentario sobre la calidad de la prueba
A	3	$\leq 150$ mL	Técnicamente muy confiable
B	3	$\leq 200$ mL	Técnicamente confiable
C	2	$\leq 200$ mL	Técnicamente aceptable
D	2	$> 200$ mL	Técnicamente con reserva
E	1		Técnicamente no recomendable
F	0		Técnicamente no recomendable

### Ilustración 8: Criterio de repetibilidad para validez de la espirometría.

**Fuente:** Benítez-Pérez RE, Torre-Bouscoulet L, Villca-Alá N, Del-Río-Hidalgo RF, Pérez-Padilla R, Vázquez-García JC, et al. Espirometría: recomendaciones y procedimiento. NCT Neumol Cir Tórax. 2019;78(S2):97-112.

## **2.7 Marco legal y ético**

### **2.7.1 Constitución de la República del Ecuador.**

**Art. 32.-** *La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional. (39)*

**Art. 35.-** *Las personas adultas mayores, niñas, niños y adolescentes, mujeres embarazadas, personas con discapacidad, personas privadas de libertad y quienes adolezcan de enfermedades catastróficas o de alta complejidad, recibirán atención prioritaria y especializada en los ámbitos público y privado. La misma atención prioritaria recibirán las personas en situación de riesgo, las víctimas de violencia doméstica y sexual, maltrato infantil, desastres naturales o antropogénicos. El Estado prestará especial protección a las personas en condición de doble vulnerabilidad. (39)*

**Art. 39.-** *El Estado garantizará los derechos de las jóvenes y los jóvenes, y promoverá su efectivo ejercicio a través de políticas y programas, instituciones y recursos que aseguren y mantengan de modo permanente su participación e inclusión en todos los ámbitos, en particular en los espacios del poder público. El Estado reconocerá a las jóvenes y los jóvenes como actores estratégicos del desarrollo del país, y les garantizará la educación, salud, vivienda, recreación, deporte, tiempo libre, libertad de expresión y asociación. El Estado fomentará su incorporación al trabajo en condiciones justas y dignas, con énfasis en la capacitación, la garantía de acceso al primer empleo y la promoción de sus habilidades de emprendimiento. (39)*

**Art. 44.-** *El Estado, la sociedad y la familia promoverán de forma prioritaria el desarrollo integral de las niñas, niños y adolescentes, y asegurarán el ejercicio pleno de sus derechos; se atenderá al principio de su interés superior y sus derechos prevalecerán sobre los de las demás personas. (39)*

### **2.7.2 Ley Orgánica de Salud Pública**

**Art. 3.-** *La salud es el completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Es un derecho humano inalienable, indivisible, irrenunciable e intransigible, cuya protección y garantía es responsabilidad primordial del Estado; y, el resultado de un proceso colectivo de interacción donde Estado, sociedad, familia e individuos convergen para la construcción de ambientes, entornos y estilos de vida saludables. (40)*

### **2.7.3 Plan Nacional de Desarrollo Toda Una Vida**

**Objetivo 1:** *Garantizar una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas*

*Una vida digna empieza por una vida sin pobreza; pues la pobreza va más allá de la falta de ingresos y recursos y priva a las personas de capacidades y oportunidades. La pobreza tiene muchas dimensiones; sus causas incluyen la exclusión social, el desempleo y la alta vulnerabilidad de determinadas poblaciones a los desastres, las enfermedades y otros fenómenos. (41)*

*La salud, además, debe tener un enfoque especial en grupos de atención prioritaria y vulnerable, con enfoque en la familia, en su diversidad, como grupo fundamental y sin, discriminación ni distinción de ninguna clase. Aquí se incluye el derecho a la salud sexual y reproductiva, que implica un conjunto de libertades y derechos, que garanticen la posibilidad de adoptar decisiones y hacer elecciones libres y responsables, sin violencia, coacción ni discriminación, con respecto a los asuntos relativos al propio cuerpo y la propia salud sexual y reproductiva. Cabe resaltar, que el derecho a la salud sexual y reproductiva implica también el derecho a una educación sexual, reproductiva y de planificación familiar libre de prejuicios, que nos permita avanzar hacia un cambio cultural sobre el manejo de una sexualidad responsable y saludable. (41).*

## CAPITULO III

### 3 Metodología de la investigación

#### 3.1 Diseño de la investigación

**No experimental:** Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos es decir observa fenómenos tal como se dan en su contexto natural para analizarlos. En el proceso de investigación se procede a realizar la evaluación de la capacidad pulmonar en los sujetos de estudio sin llegar a realizar algún tipo de procedimiento de rehabilitación. (42)

**Corte transversal:** Recolectan los datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. En la presente investigación se recoge información sobre las variables de edad, género etnia y la capacidad pulmonar de cada uno de los sujetos de estudio en un solo momento.(43)

#### 3.2 Tipos de investigación

**Descriptivo:** Busca esclarecer los atributos, características y perfiles de la persona, grupo, comunidad, proceso, objeto o cualquier otro fenómeno que sea objeto de análisis. En este estudio la descripción de los sujetos de investigación se realizará a través de una tabla de características en la que se detalló la edad, género y etnia, así como el uso de un espirómetro para conocer la capacidad pulmonar de cada sujeto de estudio. (42)

**Cuantitativo:** Utiliza la recopilación de datos para probar hipótesis contra mediciones numéricas y análisis estadístico con el fin de construir modelos de comportamiento y analizar teorías, es secuencial y concluyente. Como resultado es posible cuantificar la información obtenida tras la obtención de los resultados tras aplicar una herramienta debidamente analizada y cumpliendo así los objetivos previamente marcados. (42)

**Correlacional:** El objetivo de este tipo de investigación es observar en qué medida existe una relación entre dos o más conceptos o variables para luego cuantificar y analizar la relación. Estas correlaciones están respaldadas por hipótesis proadas. (42)

### **3.3 Localización y ubicación del estudio**

El proyecto fue realizado en la comunidad de Selva Alegre del cantón Otavalo donde cuenta con una extensión de 133,15 Km<sup>2</sup> y está limitado al Norte: Parroquias de Vacas Galindo, Quiroga y Plaza Gutiérrez. Oeste: Parroquia García Moreno. Este: Parroquia de Quichinche. Sur: Provincia de Pichincha (Parroquia San José de Minas)

### **3.4 Población de estudio**

La población de estudio para la presente investigación cuenta con 100 habitantes de la comunidad Selva Alegre del cantón Otavalo.

### **3.5 Muestra**

La muestra para el estudio se determinó de forma no probabilística, a conveniencia en base a el cumplimiento de los criterios de selección quedando conformada 50 adolescentes de la comunidad Selva Alegre del cantón Otavalo.

#### **3.5.1 Criterios de inclusión**

- Adolescentes que residen en la comunidad Selva Alegre del cantón Otavalo
- Adolescentes expuestos a humo de leña.
- Adolescentes que acepten ser parte del proyecto de investigación a través de la firma del consentimiento informado propia o de su representante.
- Adolescentes entre 10 a 19 años
- Adolescentes sin ningún tipo de alteraciones neurológicas y degenerativas.

#### **3.5.2 Criterios de exclusión**

- Adolescentes que no residan en la comunidad Selva Alegre del cantón Otavalo.
- Adolescentes que no estén expuestos a humo de leña.
- Adolescentes que no acepten ser parte del proyecto de investigación a través de la firma del consentimiento informado propia o de su representante.

- Adolescentes menores de 10 años y mayores a 19 años.
- Adolescentes con algún tipo de alteración neurológica y degenerativa.

### **3.5.3 Criterios de salida**

- Adolescentes que no desearon continuar con el proceso de investigación.
- Adolescentes que estén ausentes el día de la evaluación.

### 3.6 Operacionalización de variables

#### 3.6.1 Variables de caracterización

VARIABLES	TIPO DE VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	INSTRUMENTOS	DEFINICIÓN
EDAD	Cualitativa Ordinal Politómica	Grupo etario (Según la OMS)	Adolescencia temprana	10 a 13 años	Ficha de datos generales del paciente	Etapa en la que los seres humanos experimentan importantes cambios fisiológicos, principalmente a nivel sexual y cognitivo. (44)
			Adolescencia media	14 a 16 años		
			Adolescencia tardía	17 a 19 años		
GÉNERO	Cualitativa Nominal Politómica	Grupo de género	Género	Masculino	Ficha de datos generales del paciente	Concepto social de las funciones, comportamientos, actividades y atributos que cada sociedad considera apropiados para los hombres y las mujeres. (45)
				Femenino		
				LGBTI		

Variables	Tipos de variables	Dimensión	Indicador	Escala	Instrumento	Definición
ETNIA	Cualitativa Nominal Politómica	Grupo étnico	Etnia a la que pertenece	Blanco	Ficha de datos generales del paciente	Es una población humana en la cual los miembros se identifican entre ellos, normalmente con base en una real o presunta genealogía y ascendencia común, o en otros lazos histórico. (46)
				Mestizo		
				Afroecuatoriano		
				Indígena		

### 3.6.2 Variables de interés

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIÓN	ESCALA	INDICADOR	INSTRUMENTO	DEFINICIÓN
CAPACIDAD PULMONAR	Cualitativa Ordinal Politómica	Patrón espirométrico	NORMAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ FVC normal (&gt; 80 %)</li> <li>➤ FVE1 normal (&gt; 80%)</li> <li>➤ FEV1/FVC normal (&gt;70%)</li> </ul>	Espirómetro digital SP10	Prueba diagnóstica que ayuda al conocimiento de la ventilación pulmonar. En ella se miden los flujos y volúmenes respiratorios útiles para el diagnóstico
			OBSTRUCTIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ FVC normal (&gt; 80 %)</li> <li>➤ FVE1 disminuido (&lt; 80 %)</li> <li>➤ FEV1/FVC normal (&lt; 70%)</li> </ul>		
			RESTRICTIVO	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ FVC disminuido (&lt; 80 %)</li> <li>➤ FVE1 normal (&gt; 80%)</li> <li>➤ FEV1/FVC normal (&gt;70%)</li> </ul>		
			MIXTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ FVC disminuido (&lt; 80 %)</li> <li>➤ FVE1 disminuido (&lt; 80%)</li> <li>➤ FEV1/FVC disminuido (&lt;70%)</li> </ul>		

		Nivel de gravedad de los patrones pulmonares (SEPAR)	LEVE	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Patrón obstructivo FEV1 y restrictivo FVC <math>\geq 65</math> %</li> <li>➤ Patrón mixto informar por separado del componente obstructivo (FEV1) y del restrictivo (FVC)</li> </ul>		y seguimiento de algunas patologías respiratorias como la EPOC o el asma. (47)
	MODERADO		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Patrón obstructivo FEV1 y restrictivo 50 – 64 %</li> <li>➤ Patrón mixto informar por separado del componente</li> </ul>			
	GRAVE		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Patrón obstructivo FEV1 y restrictivo FVC de 35 – 49 %</li> <li>➤ Patrón mixto informar por separado del componente</li> </ul>			
	MUY GRAVE		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Patrón obstructivo FEV1 y restrictivo FVC de 35 %</li> <li>➤ Patrón mixto informar por separado del componente</li> </ul>			

### 3.7 Método de recolección de información

- **Inductivo:** fundamentalmente consiste en estudiar u observar hechos o experiencias particulares con el fin de llegar a conclusiones que puedan inducir, o permitir derivar de ello los fundamentos de una teoría. (48)
- **Analítico:** Utiliza la descripción general de una realidad para realizar la distinción, conocimiento y clasificación de sus elementos esenciales y las relaciones que mantienen entre sí. (49)
- **Revisión bibliográfica:** Es un texto escrito que tiene como propósito presentar una síntesis de las lecturas realizadas durante la fase de investigación documental, seguida de unas conclusiones o una discusión. (50)

### 3.8 Técnicas e instrumentación

- **Análisis de datos:** una vez recogido los datos con el instrumento base que es la espirometría se realizó una base de información en Excel para posteriormente analizarlos y presentarlos en tablas, y se utilizará el sistema SPSS para hacer tablas cruzadas para cumplir el tercer objetivo planteado.
- **Instrumentos:** Espirómetro digital SP10 y Ficha de datos generales del paciente

### 3.9 Validación del instrumento

Todos los espirómetros cumplan con los estándares contenidos en la actualización actual de ISO 26782. La actualización actual es ISO 26782:2009. El equipo espirométrico debe tener un error máximo permisible de  $\pm 2,5$  % cuando se prueba con una jeringa de calibración de 3 L y cuando se usa la prueba. (51).

Para que la espirometría sea altamente confiable se necesita que cumpla con las condiciones ATPS y BTPS sumado a esto también se toma en cuenta los criterios de aceptabilidad para que la espirometría se alta mente valida.

- **Condiciones ATPS:** temperatura atmosférica, presión barométrica y la saturación de vapor de agua ambiental. (33)
  
- **Condiciones BTPS:** dado que el aire exhalado se encuentra a una temperatura corporal de 37 ° C y saturado a una presión de vapor de agua de 47 mmHg a nivel del mar, la presión parcial en los pulmones es de 760 mmHg-47 mmHg = 713 mmHg. El aire, al salir de los pulmones y entrar al espirómetro se enfría (temperatura ambiental) y por lo tanto disminuye su volumen; por lo tanto, el espirómetro cuantifica un volumen de aire menor que el que realmente tiene el paciente. Utilizando la ley de los gases ideales ( $\text{Presión} \times \text{Volumen} = n \times \text{Constante de gas ideal} \times \text{temperatura en grados Kelvin}$ ) se puede calcular el cambio en el volumen de aire entre los pulmones y las condiciones ambientales; a esto le llamamos factor de corrección a unidades BTPS. De esta forma, el volumen de aire que mide el espirómetro se multiplica por este factor de corrección y se obtiene el volumen de aire que verdaderamente tiene el paciente, este cálculo (factor de corrección a unidades BTPS) lo realizan actualmente de forma automática todos los espirómetros. (33)

## CAPÍTULO IV

### 4 Análisis y discusión de datos

#### 4.1 Análisis de resultados

*Tabla 1: Caracterización de la muestra según edad*

<b>Edad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Adolescencia Temprana 10 a 13 años	18	36 %
Adolescencia Media 14 a 16 años	13	26 %
Adolescencia Tardía 17 a 19 años	19	38 %
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100 %</b>

Los resultados obtenidos en cuenta a la caracterización de la muestra según la edad se demuestran que hay un predominio en la adolescencia tardía de 17 a 19 años con un 38% seguidos por adolescencia temprana de 10 a 13 años con un 36% y finalmente se encuentra la adolescencia media de 14 a 16 años con el 26% del total.

Los resultados de la investigación se relacionan con los obtenidos los últimos con los datos estadísticos de población y vivienda realizados por el INEC los niños y adolescentes representa el 35% del total de la población del país siendo aproximadamente 6 millones de estos, los adolescentes representan el 33% del total, lo que demuestra que este grupo poblacional no es predominante a comparación de otros grupos etarios tal como sucede en la comunidad de Selva Alegre donde los adolescentes no representa un grupo predominante. (52)

**Tabla 2:** Caracterización de la muestra según género

<b>Género</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
MASCULINO	28	56 %
FEMENINO	22	44 %
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100 %</b>

Los resultados obtenidos en cuanto a la caracterización de la muestra según el género se demostraron que existe un dominio por parte del género masculino con el 56% y con el 44% correspondiente al género femenino.

De acuerdo con las Proyecciones de Población INEC, el total de la población es de 17.389.560 personas, de ellas 8.782.952 son mujeres y 8.606.608 hombres, lo que corresponde el 49.5% la población masculina y 50.5% la población femenina siendo esta última más dominante sobre el género masculino, por lo que los datos no se relacionan con el estudio, ya que en la presente investigación el género más predominante fue el masculino. (53)

**Tabla 3:** *Caracterización de la muestra según etnia*

<b>Etnia</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
INDIGENA	21	42 %
MESTIZO	29	58 %
<b>Total</b>	50	100 %

Los resultados obtenidos en cuanto a la caracterización de la muestra según la etnia se comprueban que el 42% pertenece a la etnia indígena y el 58% a la etnia mestiza.

Por otro lado, de Acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) del 2010 argumenta que la población en su mayoría se identifica como mestizo con 71.93%, seguido de los montubios con un 7,39%, afroecuatorianos 7,19%, indígenas 7,03%, y finalmente blancos con un 6.09%, el porcentaje restante 0,37% como otro/a, por lo que los resultados obtenidos en la presente investigación tienen semejanza con los datos obtenidos ya que la mayoría de la población se autoidentifica como mestizo. (45)

**Tabla 4:** Evaluación de la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio

<b>Capacidad Pulmonar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>NORMAL</b> FEV1/FVC normal (>70%)	29	58 %
<b>OBSTRUCTIVO</b> FV1/FVC < 70 %	16	32 %
<b>RESTRICTIVO</b> FVC < 80 %	4	8 %
<b>MIXTO</b> FVC, FV1, FEV1/FVC disminuido	1	2 %
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100 %</b>

Los resultados obtenidos demuestran que hay predominio de un patrón normal con el 58%, seguido con el patrón obstructivo con el 32% que representa a un total de 16 casos, un patrón restrictivo del 8% con 4 casos y un patrón mixto del 2 del total que representa a 1 caso.

Estos datos difieren con el estudio realizado en México llamado “Alteraciones espirométricas en adolescentes de una ciudad industrializada” donde la población estudiada presenta un compromiso respiratorio hallada con mayor frecuencia es de tipo obstructivo en 38.1%, mientras que en el presente estudio el patrón espirométrico dominante es el normal. (54)

**Tabla 5:** Evaluación del índice de gravedad

Patrón Espirométrico	Leve		Moderado		Total	
	F	%	F	%	F	%
<b>Obstructivo</b>	15	71.4 %	1	4.8 %	16	76.2 %
<b>Restrictivo</b>	2	9.5 %	2	9.5 %	4	19 %
<b>Mixto</b>	1	4.8 %	0	0 %	1	4.8 %
<b>Total</b>	18	85.7 %	3	14.3 %	21	100 %

En los resultados obtenidos se logró demostrar los patrones respiratorios alterados donde el patrón obstructivo representa el 76.2 % del total, siendo el nivel de gravedad leve el que predomina en este grupo, con el 71.4 %, seguido del patrón restrictivo con 19 % del total, donde el tanto el patrón obstructivo como el restrictivo presentan un 9.5 % finalizando con 4.8 % del total el cual está representado por el patrón mixto el presenta un índice de gravedad leve.

Según los datos de la SEPAR “Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica” el índice de gravedad se obtiene mediante dos parámetros VEF1 para el patrón obstructivo y FVC para el patrón restrictivo, para lo cual se toma el valor más alto obtenido en la espirometría a partir de ello se clasifica en el índice de gravedad correspondiente, por lo que no hay una relación con los datos obtenidos en la investigación ya que estos resultados pueden cambiar en diferentes investigaciones ya que no presentan valores estándar sobre todo en los adolescentes. (37)

**Tabla 6:** Relación de la capacidad pulmonar según la edad

		Capacidad Pulmonar * Edad							
		Edad						Total	
Capacidad Pulmonar		Adolescencia Temprana 10 a 13 años		Adolescencia Media 14 a 16 años		Adolescencia Tardía 17 a 19 años		F	%
		F	%	F	%	F	%		
	<b>Normal</b>	10	20%	8	16%	11	22%	29	58%
	<b>Obstructivo</b>	4	8 %	4	8%	8	16 %	16	32 %
	<b>Restrictivo</b>	3	6 %	1	2 %	0	0 %	4	8 %
	<b>Mixto</b>	1	2 %	0	0 %	0	0 %	1	2 %
	<b>Total</b>	18	36 %	13	26 %	19	38 %	50	100 %

Según la evidencia al relacionar la edad con los patrones respiratorios se puede comprobar que hay una mayor ventaja en el patrón normal donde la adolescencia tardía representa con el 22%, la adolescencia temprana el 20% y la adolescencia media el 16%, en el patrón obstructivo por la adolescencia tardía con un 16%, tanto la adolescencia temprana y media representados con el 8% y el patrón restrictivo por la adolescencia temprana presente con un 2%, y finalizando el patrón mixto presenta en la adolescencia temprana con un 2%

Los resultados obtenidos concuerdan con el estudio denominado “Correlación entre el estado nutricional y parámetros espirométricos en adolescentes de Colima, México” donde se demuestra que, en los adolescentes, el patrón normal presenta un mayor predominio ante los otros patrones respiratorios por lo que se consideran que este grupo poblacional tiene un menor riesgo de presentar una alteración pulmonar.

(55)

**Tabla 7: Relación de la capacidad pulmonar según el género**

		<b>Capacidad Pulmonar * Género</b>						
		<b>Género</b>		<b>Femenino</b>		<b>Total</b>		
<b>Capacidad pulmonar</b>		<b>Masculino</b>		<b>Femenino</b>		<b>F</b>	<b>%</b>	
		F	%	F	%	F	%	
		<b>Normal</b>	19	38 %	10	20 %	29	58 %
		<b>Obstructivo</b>	6	12 %	10	20 %	16	32 %
		<b>Restrictivo</b>	2	4 %	2	4 %	4	8 %
		<b>Mixto</b>	1	2 %	0	0 %	1	2 %
	<b>Total</b>	28	56 %	22	44 %	50	100 %	

Los resultados obtenidos demuestran que el patrón normal fue el más predominante en el presente estudio, el cual corresponde al 38 % al género masculino y el 20 % al femenino, seguido del patrón obstructivo en el género femenino con un 20 % y el masculino con el 12 %, en el caso del patrón restrictivo el género masculino y femenino con el 4 % y el patrón mixto con el 2% siendo uno de los grupos con menos casos confirmados en el proceso de la investigación.

Al correlacionar con un estudio realizado en México llamado “Determinación de valores espirométricos en jóvenes fumadores y no fumadores” concuerda con los resultados obtenidos de la muestra de estudio ya que manifiesta que el género femenino es uno de los grupos poblaciones que es más susceptible a padecer una enfermedad pulmonar obstructiva crónica el cual se pudo comprobar con los datos obtenidos con los resultados obtenidos en este proyecto de investigación. (56)

**Tabla 8:** Relación de la capacidad pulmonar según la etnia

		Capacidad Pulmonar * Etnia					
		Etnia		Etnia		Total	
Capacidad pulmonar		Indígena	Mestizo	Indígena	Mestizo	Total	Total
		F	%	F	%	F	%
	<b>Normal</b>	9	18 %	20	40 %	29	58 %
	<b>Obstructivo</b>	8	16 %	8	16 %	16	32 %
	<b>Restrictivo</b>	3	6 %	1	2 %	4	8 %
	<b>Mixto</b>	1	2 %	0	0 %	1	2 %
	<b>Total</b>	21	42 %	29	58 %	50	100 %

Los resultados obtenidos se comprueban que la etnia mestiza presenta más casos de patrones normales tanto en la etnia indígena el 18% y en la etnia mestiza con el 40 %, en el caso del patrón obstructivo se comprueba que tanto en la etnia indígena como mestiza presentó un patrón obstructivo con el 16 % cada uno de ellos, a continuación, el patrón restrictivo, donde la etnia indígena presenta un 6 % y en el patrón mixto donde la etnia indígena presenta un 2 %.

Estos datos concuerdan con el estudio denominado “Principales alteraciones pulmonares presentes en mujeres indígenas de la comunidad de Pijiguay en Tuchin Córdoba” en Colombia, en el que concluye que la mayoría de las personas de la población indígena que utilizan la leña se ven expuestos a graves problemas a nivel respiratorio puesto que no tienen conocimiento del problema que les puede llegar a causar el humo emanado de los fogones artesanales. (57)

## **4.2 Respuestas a las preguntas de investigación.**

### **➤ ¿Cuáles son las características sociodemográficas de la población de estudio según la edad, género y etnia?**

Mediante la caracterización de los sujetos de estudio se demuestra que la adolescencia tardía con el 38% lo cual representa la mayor cantidad de sujetos de estudio, seguido de adolescencia temprana 36%, finalmente la adolescencia media con el 26% del total. La población según el género se encuentra dominado por el 56% masculino sobre el femenino con un 44%. Finalmente, en la etnia el 42% pertenece a la población indígena y el 58% es mestiza del total.

### **➤ ¿Cuál es el resultado de la evaluación de la capacidad pulmonar en los sujetos de estudio e índice de gravedad?**

En la evaluación espirométrica realizada en los adolescentes de Selva Alegre se pudo observar que hay un mayor predominio del patrón normal con el 58% del total seguido del patrón obstructivo con el 32%, el patrón restrictivo con el 8% finalizando con el patrón mixto 2% siendo el más bajo de todos.

En lo que respecta al índice de gravedad se comprueba persiste de manera general la escala normal con el 58%, seguido del patrón obstructivo en cual presenta un índice leve con un 71.4 % del total de casos de los patrones respiratorios alterados, en el caso del patrón restrictivo de igual manera presenta un índice leve y moderado con el 9.5% del total de los patrones respiratorios alterados siendo estos los más predominantes en el proyecto de investigación.

### **➤ ¿Cuál es la relación de la capacidad pulmonar, según la edad, género y etnia?**

La relación de la capacidad según las características de los sujetos de estudio se demuestra que existe un mayor predominio del patrón normal en la adolescencia media con el 62%, en lo que respecta al género, se puede comprobar que existe un mayor dominio del género masculino con un patrón normal con el 38% del total y para finalizar la etnia mestiza se pudo constatar que representa una mayor superioridad con un 40% lo que respecta al patrón normal.

## **CAPITULO V**

### **5 Conclusiones y recomendaciones**

#### **5.1 Conclusiones**

- Mediante la caracterización de los sujetos de estudio se evidenció que hay predominio de adolescencia tardía, de etnia mestiza, el género masculino siendo del grupo más dominante de la investigación.
  
- Los resultados demuestran que la capacidad pulmonar y el índice de gravedad en los adolescentes evaluados de la comunidad de Selva Alegre presenta un predominio del patrón normal, tomando en cuenta que existe una probabilidad de que estos adolescentes tienen probabilidad de presentar un patrón obstructivo donde la gravedad de esta alteración es de predominio leve.
  
- La mayor cantidad de patrones normales fue adolescencia media el cual fue el que presentó la mayor cantidad de casos en la prueba de capacidad pulmonar. Los hombres presentaron una mayor cantidad de patrones normales a comparación de las mujeres por lo que existe una ligera predisposición del género femenino en presentar un patrón obstructivo y de igual manera tanto los mestizos e indígenas presentaron un patrón normal, pero la etnia indígena presenta una mayor tendencia a presentar un problema en la capacidad respiratoria.

## 5.2 Recomendaciones

- Ejecutar más estudios sobre la capacidad pulmonar en los adolescentes de diversas zonas del país donde aún se mantiene varias costumbres como es el uso de biomasa para realizar sus actividades diarias con la finalidad de conocer de manera más profunda los problemas que puedan llegar a presentar tanto en el presente como en el futuro.
  
- Realizar jornadas para dar a conocer a la población sobre lo perjudicial que es el humo de biomasa, con el fin de prevenir el aumento de alteraciones de la capacidad pulmonar no solamente en adolescentes, sino en la población en general, para así concientizar a estas localidades sobre el gran problema que acarrea esta práctica de uso de biomasa para realizar actividades de la vida diaria.
  
- Efectuar campañas de evaluación, diagnóstico y prevención sobre las alteraciones pulmonares en las comunidades rurales del país con el fin de evitar problemas de salud con la finalidad de disminuir la tasa de incidencia de enfermedades respiratorias en ocasionado a largas exposiciones de humo de leña.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Gotter A. Ejercicios para aumentar la capacidad pulmonar [Internet]. Healthline. 2021 [citado 16 de enero de 2022]. Disponible en: <https://www.healthline.com/health/es/como-aumentar-la-capacidad-pulmonar>
2. Fortalecimiento de la capacidad en energía renovable para América Central. Manuales sobre energía renovable: Biomasa/ Biomass [Internet]. Manuales sobre energía renovable: Biomasa/ Biomass. 2002 [citado 16 de enero de 2022]. Disponible en: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/BUNCA2002Biomasa.pdf>
3. Pérez-Padilla JR, Regalado-Pineda J, Morán-Mendoza AO. La inhalación doméstica del humo de leña y otros materiales biológicos. Un riesgo para el desarrollo de enfermedades respiratorias [Internet]. 2007. Disponible en: [http://www.anmm.org.mx/bgmm/1864\\_2007/1999-135-1-19-30.pdf](http://www.anmm.org.mx/bgmm/1864_2007/1999-135-1-19-30.pdf)
4. Ding Y, Xu J, Yao J. The analyses of risk factors for COPD in the Li ethnic group in Hainan, People's Republic of China | Cochrane Library. [citado 28 de noviembre de 2021]; Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/es/central/doi/10.1002/central/CN-01209790/full?highlightAbstract=lung%7Csmok%7Csmoke%7Cinfections%7Cwood%7Cinfect>
5. Bede-Ojimadu O, Orisakwe OE. Exposure to Wood Smoke and Associated Health Effects in Sub-Saharan Africa: A Systematic Review. *Ann Glob Health*. 86(1):32.
6. Deering-Rice CE, Nguyen N, Lu Z, Cox JE, Shapiro D, Romero EG, et al. Activation of TRPV3 by Wood Smoke Particles and Roles in Pneumotoxicity. *Chem Res Toxicol*. 21 de mayo de 2018;31(5):291-301.

7. W. Noonan C, O. Semmens E, Ware D. Wood stove interventions and child respiratory infections in rural communities: kidsAir rationale and methods | Cochrane Library [Internet]. [citado 28 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/es/central/doi/10.1002/central/CN-02048570/full?highlightAbstract=smoke%7Cwood%7Csmok%7Chuman>
8. N. Young B, L. Peel J, L. Benka-Coker M. Study protocol for a stepped-wedge randomized cookstove intervention in rural Honduras: household air pollution and cardiometabolic health. BMC Public Health [Internet]. 19 [citado 28 de noviembre de 2021];(1). Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/es/central/doi/10.1002/central/CN-02250880/full?highlightAbstract=smoke%7Cwood%7Csmok%7Chuman>
9. Silva R, Oyarzún M, Olloquequi J. Mecanismos patogénicos en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica causada por exposición a humo de biomasa. Arch Bronconeumol. 2015;51(6):285-92.
10. Torres-Duque CA, García-Rodríguez MC, González-García M. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica por humo de leña: ¿un fenotipo diferente o una entidad distinta? Arch Bronconeumol. 1 de agosto de 2016;52(8):425-31.
11. Soto-Moreno JA. Contaminación del aire de interiores en hogares en situación de pobreza extrema en Colombia. Rev SALUD PÚBLICA. 2013;10.
12. Cruzado Sanchez D, Guerrero Medina R, Hinojosa Izaguirre L. Espirometría forzada en pobladores de altura expuestos al humo de biomasa y su asociación con EPOC.[Internet].[citado 6 de marzo de 2022].Disponible en: [https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/enfermedades\\_torax/v48\\_n2/Pdf/a04.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/enfermedades_torax/v48_n2/Pdf/a04.pdf)
13. Smith KR, Pilarisetti A. Household Air Pollution from Solid Cookfuels and Its Effects on Health. [citado 25 de septiembre de 2021]; Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK525225/>

14. Padukudru Anand M, Larsson K, Johanson G, Phuleria HC, Ravindra PV, Ernstgård L, et al. Clinical, Epidemiological and Experimental Approaches to Assess Adverse Health Outcomes of Indoor Biomass Smoke Exposure: Conclusions from An Indo-Swedish Workshop in Mysuru, January 2020. *Toxics*. 5 de septiembre de 2020;8(3):E68.
15. Rehfues E, World Health Organization. *Energía doméstica y salud: combustibles para una vida mejor*. 2006;42.
16. Guía Niosh S entrenamiento en espirometría. Revisión de la anatomía y la fisiología pulmonar [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: [https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2004-154c\\_sp/pdfs/2004-154c-ch1.pdf](https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2004-154c_sp/pdfs/2004-154c-ch1.pdf)
17. Palacios JR. Sistema respiratorio - Anatomía [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.infermeravirtual.com/files/media/file/97/Sistema%20respiratorio.pdf?1358605430>
18. García-Araque HF, Gutiérrez-Vidal SE. Aspectos básicos del manejo de la vía aérea: anatomía y fisiología [Internet]. 2015. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2015/cma152e.pdf>
19. Asenjo CA, Pinto RA. Características anatomo-funcional del aparato respiratorio durante la infancia. *Rev Médica Clínica Las Condes*. 1 de enero de 2017;28(1):7-19.
20. Sánchez T, Concha I. Estructura y funciones del sistema respiratorio [Internet]. Estructura y funciones del sistema respiratorio. [citado 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.neumologia-pediatrica.cl/index.php/NP/article/download/212/203/215>

21. Pérez de la Plaza E, Fernández Espinosa AM. Aparato respiratorio. Procedimientos relacionados [Internet]. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.L; [citado 24 de octubre de 2021]. Disponible en: [http://190.116.26.93:2171/mdv-biblioteca-virtual/libro/documento/6A6Bfh64ce8XC2kXB0U2V\\_TECNICAS\\_BASICAS\\_DE\\_ENFERMERIA.pdf](http://190.116.26.93:2171/mdv-biblioteca-virtual/libro/documento/6A6Bfh64ce8XC2kXB0U2V_TECNICAS_BASICAS_DE_ENFERMERIA.pdf)
22. Cienfuegos Agustín I, de la Torre Carazo S. Volúmenes pulmonares - Neumomadrid [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: [https://www.neumomadrid.org/wp-content/uploads/monogxviii\\_3.\\_volumenes\\_pulmonares.pdf](https://www.neumomadrid.org/wp-content/uploads/monogxviii_3._volumenes_pulmonares.pdf)
23. López-Collada VLR. Manual de Enfermedades Respiratorias 2012. Prevención, diagnóstico y tratamiento. [Internet]. 2012 [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: [https://www.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files\\_ipo/2016/1/4/1a2b13e79112fff4276ce6030928f1af.pdf](https://www.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files_ipo/2016/1/4/1a2b13e79112fff4276ce6030928f1af.pdf)
24. Lopez M, Mongilardi N, Checkley W. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica por exposición al humo de biomasa. Rev Peru Med Exp Salud Publica. enero de 2014;31(1):94-9.
25. Salinas Callejas E, Gasca Quezada V. Los biocombustibles [Internet]. Los biocombustibles. 2009 [citado 25 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/325/32512739009.pdf>
26. Torre-Bouscoulet L, Ocaña-Guzmán R, Sada-Ovalle I. Humo de biomasa, inmunidad innata y Mycobacterium tuberculosis. NCT Neumol Cir Tórax. 2015;74(2):118-26.
27. Organización Panamericana de la Salud. Salud del adolescente [Internet]. [citado 9 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/salud-adolescente>

28. Maddaleno M, Morello P, Infante-Espínola F. Salud y desarrollo de adolescentes y jóvenes en Latinoamérica y El Caribe: desafíos para la próxima década. *Salud Pública México*. enero de 2003;45:S132-9.
29. Arteaga-Acuria AM. Prevención frente la presencia de infecciones respiratorias que sufren los adolescentes [Internet]. Casa Editora del Polo; 2019. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23857/pc.v4i2.904>
30. Organización Mundial de la Salud. Cada año fallecen más de 1,2 millones de adolescentes por causas que, en su mayor parte, podrían evitarse [Internet]. [citado 9 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/16-05-2017-more-than-1-2-million-adolescents-die-every-year-nearly-all-preventable>
31. Golpe Gómez R. La enfermedad pulmonar obstructiva crónica por inhalación de humo de biomasa existe en España [Internet]. EPOCSITE. [citado 9 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://epocsite.net/articulos-revision/la-enfermedad-pulmonar-obstructiva-cronica-por-inhalacion-de-humo-de-biomasa-existe-en-espana/>
32. García de Vinuesa Broncano G, García de Vinuesa Calvo G. Exploración funcional respiratoria: aplicación clínica [Internet]. Exploración funcional respiratoria: aplicación clínica. [citado 25 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.neumosur.net/files/EB04-06%20pruebas%20funcion.pdf>
33. Benítez-Pérez RE, Torre-Bouscoulet L, Villca-Alá N, Del-Río-Hidalgo RF, Pérez-Padilla R, Vázquez-García JC, et al. Espirometría: recomendaciones y procedimiento. *NCT Neumol Cir Tórax*. 2019;78(S2):97-112.
34. García-Río F, Calle M, Burgos F, Casan P, del Campo F, Galdiz JB, et al. Espirometría. *Arch Bronconeumol*. 1 de septiembre de 2013;49(9):388-401.

35. Caussade S, Saavedra M, Barrientos H, Linares M, Aguirre V, Puppo H, et al. Actualización en espirometría y curva flujo / volumen en escolares y adolescentes. *Neumol Pediátrica*. 2019;14(1):41-51.
36. Rivero-Yeverino D. Espirometría: conceptos básicos [Internet]. 2019 [citado 25 de septiembre de 2021]. Disponible en: <http://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/536>
37. Cabezón GR de Á, Rey JG, Estévez CR, Carrasco RT, Blanco AM, Riádigos MIG, et al. Las 4 reglas de la espirometría. *Cad Aten Primaria*. 2014;20(1):7-50.
38. Romanó DHS, Muiño DraA, Márquez DraMN. Manual de entrenamiento en espirometría [Internet]. 2010. Disponible en: <https://www.medicinalaboraldevenezuela.com.ve/archivo/doc-medicina-del-trabajo/manual-espirometria-ALAT-2005.pdf>
39. Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador. Constitución del Ecuador [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
40. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Ley Orgánica de salud [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/LEY-ORG%C3%81NICA-DE-SALUD4.pdf>
41. República del Ecuador, Consejo Nacional de Planificación(CNP). Plan Nacional de Desarrollo Toda Una Vida [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: [https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)
42. Hernández Sampieri R. Metodología de la investigación [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

43. Cortés ME, Iglesias León M, Universidad Autónoma del Carmen (Campeche). Generalidades sobre metodología de la investigación. Ciudad del Carmen, Camp.: Universidad Autónoma del Carmen; 2005.
44. Savchenko ES. Cuándo empieza y termina la adolescencia [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://theconversation.com/cuando-empieza-y-termina-la-adolescencia-119553>
45. Ministerio de Salud y Protección Social. Género [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/promocion-social/Paginas/genero.aspx>
46. GAD Parroquial Ventura. Costumbre Y tradiciones [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: <http://ventura.gob.ec/index.php/ct-menu-item-12/ct-menu-item-16>
47. FISTERRA. Técnica de Espirometría [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.fisterra.com/ayuda-en-consulta/tecnicas-atencion-primaria/espirometria/#:~:text=La%20espirometr%C3%ADa%20es%20una%20prueba,la%20EPOC%20o%20el%20asma.>
48. Prieto Castellanos BJ. El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. [citado 28 de septiembre de 2021]; Disponible en: [https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/CC/18-46%20\(2017\)/151556547004/](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/CC/18-46%20(2017)/151556547004/)
49. Cervera DRC. Métodos y técnicas de investigación en relaciones internacionales [Internet]. Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-55163/2Metodos.pdf>

50. Bernardo Peña L. La revisión bibliográfica [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: [https://www.javeriana.edu.co/prin/sites/default/files/La\\_revision\\_bibliografica.mayo\\_.2010.pdf](https://www.javeriana.edu.co/prin/sites/default/files/La_revision_bibliografica.mayo_.2010.pdf)
51. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, et al. Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 de octubre de 2019;200(8):e70-88.
52. Velasco Abad M. Situación de la niñez y adolescencia en Ecuador [Internet]. [citado 25 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://odna.org.ec/wp-content/uploads/2019/02/Situacio%CC%81n-de-la-nin%CC%83ez-y-adolescencia-en-Ecuador-2019.pdf>
53. Censos IN de E y. Proyecciones Poblacionales [Internet]. Instituto Nacional de Estadística y Censos. [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
54. Ramirez A, Béjar K, Recabarren A. Alteraciones espirométricas en adolescentes de una ciudad industrial. *An Fac Med*. 7 de abril de 2014;62(3):200.
55. García-Aguilar DI. Correlación Entre el Estado Nutricional y Parámetros Espirométricos en Adolescentes de Colima, México [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.archivosdemedicina.com/medicina-de-familia/correlacioacuten-entre-el-estado-nutricional-y-paraacutemetros-espiromeacutetricos-en-adolescentes-de-colima-meacutexico.php?aid=11134>
56. Muñoz-Perez M, Palafox D, Palafox J, Vichido-Luna M, Villaseñor N, Rivas-Chávez A, et al. Determinación de valores espirométricos en jóvenes fumadores y no fumadores. *Med Interna Mex*. 1 de noviembre de 2013;29:553-7.

57. Yuleidys GS, Iris SH. Principales alteraciones pulmonares presentes en mujeres indígenas de la comunidad de Pijiguay en Tuchin Córdoba. 2013;6.

## ANEXOS

### Anexo 1: APROBACIÓN DEL TEMA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD**  
 UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001-073-CEAACES-  
 2013-13

Ibarra-Ecuador

#### CONSEJO DIRECTIVO

Resolución N. 085-CD  
 Ibarra, 30 de marzo de 2021

Msc.  
 Marcela Baquero  
**COORDINADORA TERAPIA FISICA MEDICA**

Señorita Coordinadora:

El H. Consejo Directivo de la Facultad Ciencias de la Salud, en sesión ordinaria realizada el 18 de marzo de 2021, conoció oficio N. 311-D suscrito por la magister Rocio Castillo Decana y oficio N. 016-CATFM, mediante los cuales solicitan se apruebe el tema de investigación de estudiante de la carrera de Terapia Física Médica y, al tenor del artículo 38 numeral 14 del Estatuto Orgánico, **RESUELVE:** Acoger el informe de la Comisión Asesora de la Carrera de Terapia Física Médica y se aprueba los cambios de tema de acuerdo al siguiente detalle:

	ESTUDIANTE	TEMA ANTEPROYECTO	TUTOR
1	CALLASQUI CACHIGUANGO NUSTA INLITAY	ESTABILIDAD DE CORE Y RIESGO DE LESION EN DEPORTISTAS QUE ASISTEN A LA ESCUELA DE FUTBOL FORMATIVA PEGUICHE 2021	MSC. VERÓNICA POTOSI
2	ECHEVERRIA RECALDE GEOVANNY CARLOS	CARACTERIZACIÓN MOTORA Y FUNCIONAL EN PERSONAS CON PARÁLISIS CEREBRAL EN LA PARROQUIA MONTE OLIVO Y COMUNIDADES, CARCHI 2021	MSC. MARCELA PANTOJA
3	ENRÍQUEZ HUERA LUIS DAVID	INTERVENCIÓN FISIOTERAPÉUTICA PRE PROTÉSICA, A PACIENTE DIABÉTICO CON AMPUTACIÓN TRANSIBIAL QUE ACUDE A LA FUNDACIÓN PROTÉSIS IMBABURA 2021	MSC. DANIELA ZURITA
4	LÓPEZ YARAPUÉS JONATHAN VINICIO	POTENCIA EXTENSORA Y FUERZA EXPLOSIVA DE CUÁDRICEPS EN JUGADORES DE BASKET DEL CLUB PIKITAS DE LOS LAGOS IBARRA 2021	MSC. VERÓNICA POTOSI
5	MELO PEREZ DANIEL FRANCISCO	ESTABILIDAD DE CORE Y EQUILIBRIO EN SURFISTAS DEL CLUB CAÑON POINT DE SAN CRISTOBAL GALAPAGOS 2021	MSC. VERÓNICA POTOSI
6	PERJGACHI CACUMINGO MARIA FERNANDA	INTERVENCIÓN FISIOTERAPÉUTICA EN PACIENTE CON DISTROFIA IMPERFECTA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO, IBARRA 2021	MSC. KATHERINE ESPARZA
7	QUINGA CHACHA ALEXANDER DANIEL	EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PULMONAR EN ADOLESCENTES EXPUESTOS A HUMO DE LEÑA, PERTENECIENTES A LA COMUNIDAD SELVA ALEGRE DEL CANTON OTAWALO 2021	MSC. CRISTIAN TORRES
8	TAMBA CHACIGUANGO LIBETH ALEXANDRA	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD FISICA E ÍNDICE METABÓLICO BASAL EN PERSONAS CON DISCAPACIDAD FÍSICA EN LA PROVINCIA DE IMBABURA EN EL CANTON ANTONIO ANTE 2021	MSC. VERÓNICA POTOSI
9	VALENZUELA VALVERDE JOSELYN LIBETH	FUERZA DE AGARRE Y RIESGO DE LESION DE MANO, EN CARPINTEROS PERTENECIENTES A LA JUNTA NACIONAL DE DEFENSA DEL ARTESANO, IBARRA 2021	MSC. DANIELA ZURITA

Atentamente,  
**"CIENCIA Y TÉCNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO"**

Msc. Rocio Castillo  
**DECANA**

Copia: DOCENTE  
 Estudiante



**MISIÓN INSTITUCIONAL**

"Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país  
 Formar profesionales comprometidos con el cambio social y con la preservación del medio ambiente".

Calle de la Gobernación Barro El Obispo  
 Teléfono: 2609-420 Ext. 7487 - Castillo 196

## Anexo 2: OFICIO DE AUTORIZACIÓN.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002-CONEA-2010-129-DC  
RESOLUCIÓN Nº 001-073 CEA ACES - 2013 - 13  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
DECANATO

Ibarra, 12 de mayo del 2021  
Oficio 563-D-FCS-UTN

Señor  
**CHRISTIAN NOGALES,**  
**PRESIDENTE DE LA COMUNIDAD SELVA ALEGRE**  
Presente

Estimado Licenciado Collaguazo:

Reciba un atento saludo de quienes conformamos la Carrera de Terapia Física Médica, de la Universidad Técnica del Norte.

Comendidamente solicito a usted, la debida autorización para que el señor **ALEXANDER DANIEL QUINGA CHACHA**, estudiante de octavo semestre de la Carrera de Terapia Física Médica, desarrolle el Trabajo de Investigación **"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PULMONAR EN ADOLESCENTES EXPUESTOS A HUMO DE LEÑA, PERTENECIENTES A LA COMUNIDAD SELVA ALEGRE DEL CANTÓN OTAVALO"**, con la dirección del Magister Cristian Torres.

Con su autorización el mencionado estudiante, procederá a solicitar el consentimiento informado, y aplicará los instrumentos de investigación, de manera presencial.

Cabe indicar a usted, que el trabajo de investigación de carácter estrictamente académico y confidencial.

Por su favorable atención a la presente, le agradezco y reiterándole mis sentimientos de consideración y estima, me despido.

Atentamente,  
**"CIENCIA Y TÉCNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO"**


MSc. Rocio Castillo  
DECANA – FCSS-UTN  
Correo: recastillo@utn.edu.ec

---

Vista Institucional - La Universidad Técnica del Norte en el año 2025, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia internacionales.

Quedada Universitaria Ibarra El Olivo  
Teléfono: (056) 2931-8300 Cañilla 193  
www.utn.edu.ec

### Anexo 3: CERTIFICADO DE ABSTRACT



#### ABSTRACT

EVALUATION OF LUNG CAPACITY IN ADOLESCENTS EXPOSED TO WOOD SMOKE, IN THE SELVA ALEGRE COMMUNITY IN OTAVALO CANTON

Author: Alexander Daniel Quinga Chacha

E-mail: adquiringac@utn.edu.ec

Exposure to wood smoke is a problem that is common in rural areas of the country since residents choose to use materials that are readily available, such as firewood, resulting in long periods of contact with harmful effects on health, with respiratory infections being the most common consequence of this practice. With a non-experimental, cross-sectional design, the study technique was quantitative, descriptive, and correlational. The study sample consisted of 50 adolescents between the ages of 10 and 19 from the community of Selva Alegre. The instruments used for the evaluation were: the patient's general datasheet to characterize the study subjects and the digital spirometer for the evaluation of lung capacity. Regarding the results of the lung capacity in the adolescents of the community of Selva Alegre, it was of a normal pattern with 58% of the total, where 38% is represented by the male gender, being 40% of mestizo ethnicity. After the statistical analysis to determine the relationship between the variables, it was determined that the respiratory capacity of Selva Alegre adolescents is normal, particularly in late adolescence, when the mestizo ethnic group and male gender predominate.

Keywords: firewood, lung capacity, evaluation, respiratory infections



*Reviewed by Victor Raúl Rodríguez Viteri*

## Anexo 4: URKUND.



### Document Information

Analyzed document	DANIEL GUINGA TESIS.docx (D128193265)
Submitted	2022-02-17T21:54:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	adquingac@utn.edu.ec
Similarity	10%
Analysis address	cstorresa.utn@analysis.urkund.com

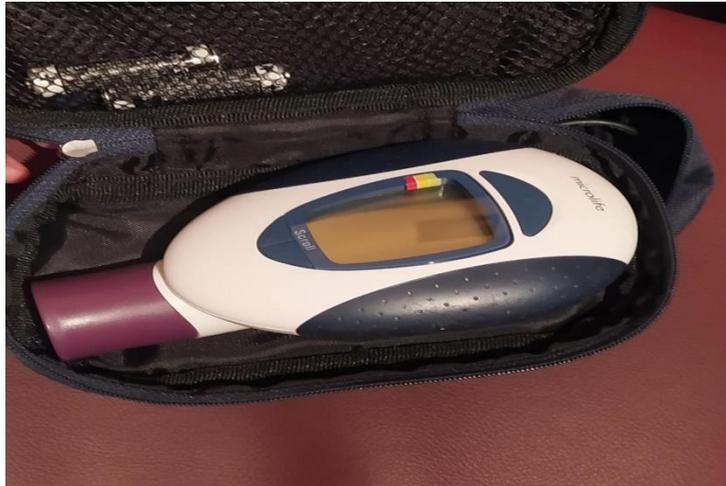
### Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11106/2/06%20TEF%20359%20TRABAJO%20GRADO.pdf">http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11106/2/06%20TEF%20359%20TRABAJO%20GRADO.pdf</a> Fetched: 2021-05-30T15:15:23.2400000	3
<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE / TESIS LIZBETH LIMAICO.docx</b> Document TESIS LIZBETH LIMAICO.docx (D128191618) Submitted by: lzlimaicoi@utn.edu.ec Receiver: cstorresa.utn@analysis.urkund.com	23
<b>W</b>	URL: <a href="http://cunori.edu.gt/download/INFORME_FINAL_MARIO_ARA.pdf">http://cunori.edu.gt/download/INFORME_FINAL_MARIO_ARA.pdf</a> Fetched: 2022-02-18T01:01:06.8400000	2
<b>SA</b>	<b>TUTORÍA DEFINITIVA APARATO RESPIRATORIO.docx</b> Document TUTORÍA DEFINITIVA APARATO RESPIRATORIO.docx (D14931332)	2
<b>SA</b>	<b>tesis espirometria incentiva hospital luis vernaza (12.docx</b> Document tesis espirometria incentiva hospital luis vernaza (12.docx (D20944057)	2

Lic. Cristian Torres Andrade MSc.

Director de tesis.

## Anexo 5: ESPIRÓMETRO SP10 DIGITAL



Autoguardado BASE DE DATOS

Buscar (Alt+Q) QUINGA CHACHA ALEXANDER DANIEL

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda

Comentarios Compartir

Desahcer Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Análisis

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	Nombre:	Edad:	Provincia:	Ciudad:	Género:	Etnia:	FEV1	FEV1 / FVC	FVC	PATRÓN	INDICE DE GRAVEDAD VEF1	INDICE DE GRAVEDAD FVC	INDICE DE GRAVEDAD MIXTO		
1															
2	hilia Nicole Chuquimán	10	Imbabura	Selva Alegre	2	1	3.961	90.2%	3.241	3		3			
3	hime Abel Vázquez Ru	10	Imbabura	Selva Alegre	1	2	3.311	89.4%	4.601	1	1	1			
4	Angel chasiguanco	10	Imbabura	Selva Alegre	1	1	3.141	89.6%	4.521	2	2	2			
5	Dorian Samir Vargas	11	Imbabura	Selva Alegre	1	1	3.631	89.9%	4.741	1	1	1			
6	Alexi Verónica Díaz	11	Imbabura	Selva Alegre	2	2	3.231	90.0%	4.421	1	1	1			
7	Alexandra Chávez	11	Imbabura	Selva Alegre	2	2	3.711	89.9%	4.121	1	1	1			
8	Maritza López	11	Imbabura	Selva Alegre	2	2	3.541	88.7%	4.271	1	1	1			
9	Josue Angamarca	11	Imbabura	Selva Alegre	1	2	3.531	89.2%	4.761	1	1	1			
10	Airi Iván Ipiñales Terán	12	Imbabura	Selva Alegre	1	2	2.771	88.6%	3.001	3		3			
11	ema Lema Quilla Mavi	12	Imbabura	Selva Alegre	1	1	3.801	89.3%	4.181	1	1	1			
12	Kemi Noe Conejo	12	Imbabura	Selva Alegre	1	1	3.041	89.5%	3.511	4			2		
13	Jhosnet Escalona	12	Imbabura	Selva Alegre	1	2	3.861	88.5%	4.181	1	1	1			
14	Esteban Yarpaz	12	Imbabura	Selva Alegre	1	1	3.621	88.8%	4.251	1	1	1			
15	Elian Diaz	13	Imbabura	Selva Alegre	1	2	2.981	87.9%	4.201	2	2	2			
16	Jahara Rodriguez	13	Imbabura	Selva Alegre	2	1	3.511	88.7%	3.841	3		2			
17	Jennifer Abigail Bustos	13	Imbabura	Selva Alegre	2	1	2.851	88.8%	4.571	2	3				
18	Thalia Pérez	13	Imbabura	Selva Alegre	2	2	3.821	87.3%	4.621	1	1	1			
19	Rosa Guasque	13	Imbabura	Selva Alegre	2	1	3.031	89.3%	4.591	2	2				
20	Rayki Josué Quinchigang	14	Imbabura	Selva Alegre	1	1	3.161	88.4%	3.521	3			2		
21	Javier Lema Quishos	14	Imbabura	Selva Alegre	1	2	3.191	88.0%	3.681	1	1	1			
22	Jade Amaguaña Mesa	14	Imbabura	Selva Alegre	2	2	3.571	89.1%	4.761	1	1	1			
23	Alejandra Andrade	14	Imbabura	Selva Alegre	2	2	3.691	88.3%	2.671	2	2				
24	Luis Torrealba	14	Imbabura	Selva Alegre	1	2	3.011	87.8%	4.551	2	2				
25	Carolina Barrionuevo	15	Imbabura	Selva Alegre	2	1	3.101	89.0%	4.581	2	2				
26	Jhulliana Custodia	15	Imbabura	Selva Alegre	2	2	3.561	88.3%	4.461	1	1	1			
27	Lizeth Pujugala	15	Imbabura	Selva Alegre	2	1	3.761	88.5%	4.051	1	1	1			
28	Patricio Avila	15	Imbabura	Selva Alegre	1	1	3.771	88.1%	3.491	1	1	1			

Hoja1 Hoja6 CAPACIDAD PULMONAR TABLAS CRUZADAS Hoja4 Hoja5 Hoja7

Listo 80%

## Anexo 6: FICHA DE DATOS PERSONALES.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA MEDICA CONSENTIMIENTO  
INFORMADO

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Hoja de información al paciente. -

#### Espirometría Forzada

La espirometría es una prueba de evaluación de la función respiratoria, que nos permite dar un diagnóstico y seguimiento de las patologías respiratorias causadas Post Covid 19, un diagnóstico precoz y un tratamiento correcto pueden evitar posibles complicaciones. También se usa en estudios preoperatorios, valoración de la incapacidad y reconocimientos deportivos.

#### Capacidad Pulmonar

La capacidad pulmonar se refiere al volumen del aire o gas que puede contener los pulmones durante un determinado tiempo, el cual será utilizado para llevar el oxígeno a cada una de las células y a los órganos del cuerpo. Con el tiempo, la capacidad y función de los pulmones por lo general disminuye lentamente a medida que envejecemos

#### ¿Como se realiza la Espirometría?

**Paso 1.**  
Llenar los pulmones de aire completamente.

**Paso 2**  
Consiste en un soplido energético a través de la boquilla del espirómetro. El soplo debe comenzar de manera muy súbita al principio y mantenerse con la máxima fuerza hasta vaciar los pulmones completamente.

**Paso 3**  
El soplido debe durar 6 segundos seguidos o más para un óptimo desarrollo de la misma.

**Paso 4**  
Se realizará el mismo proceso por 4 veces seguidas para un mejor diagnóstico.

*Todos unidos en la lucha contra el Covid-19, la mejor medicina es tener conciencia responsable de nuestra propia salud*



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA MEDICA CONSENTIMIENTO  
INFORMADO

**Paso 5**

Se informará que esta es una prueba de esfuerzo, por ende, se requiere de la colaboración de la persona evaluada; y puede ser necesario dar órdenes en tono enérgico, para estimular la fuerza del soplido.

**Paso 6**

Una vez terminada la prueba puede ser necesario darle varias dosis de una medicación inhalada que dilata (abre) los bronquios. Después de 20-30 min se realizará la espirometría nuevamente, después de que esta medicación tenga su efecto, para observar si, existe cambios con los resultados anteriores.

**¿Como asistir a realizar la prueba?**

1. Tener un tiempo anticipado de 5-10 minutos
2. La prueba será realizada con boquillas desechables debidamente desinfectadas para la seguridad del paciente.
3. Hacer uso de doble mascarilla, que se pedirá que se retire al momento de la prueba.
4. De ser posible llevar ropa anti fluidos, y pañuelo para cubrirse el cabello.
5. Tener a mano alcohol.
6. Guantes quirúrgicos.
7. No haber comido excesivamente horas previas.
8. No consumir alcohol en las cuatro horas previas a la prueba.
9. No debe fumar las 2 horas previas a la prueba.
10. No consumir café ni bebidas con cafeína en las 6 horas previas a la prueba.
11. Si toma medicación inhalada no debe administrarse dosis anterior a la prueba. Si tiene dudas consulte a su médico.

**¿Qué problemas puede ocasionar la prueba?**

- + Durante la prueba puede que note, debido al esfuerzo, una sensación de marco o tos que termina de desaparecer en segundos.
- + Sincope; pérdida de conciencia de segundos que puede ser recuperada en segundos o minutos.
- + Tos persistente.

*Todos unidos en la lucha contra el Covid-19, la mejor medicina es tener conciencia responsable de nuestra propia salud*



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA MEDICA CONSENTIMIENTO  
INFORMADO

- + Dolor torácico.
- + Cefalea (dolor de cabeza).

Si está de acuerdo con realizar la prueba ponga su nombre y firme en el apartado correspondiente para saber que conoce la información de este documento.

Nombre y apellidos: [Redacted]

Fecha: 05/06/2021

Firma: [Handwritten Signature]

Ibarra 2021

## Anexo 7: CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por favor lea cuidadosamente, llene los datos y marque con una X según corresponda. Esta información es para ayudar con la investigación, se manejará completa confidencialidad

<b>NOMBRE:</b> <u>[REDACTED]</u>	<b>EDAD:</b> <u>10 años</u>	
<b>CI:</b> _____		
<b>PROVINCIA:</b> <u>Imbabura</u>	<b>CIUDAD:</b> <u>Solva Alegre</u>	
<b>GÉNERO</b>		
MASCULINO <input type="checkbox"/>	FEMENINO <input checked="" type="checkbox"/>	OTRO <input type="checkbox"/>
<b>ETNIA</b>		
BLANCO <input type="checkbox"/>	MESTIZO <input checked="" type="checkbox"/>	
INDIGENA <input type="checkbox"/>	AFROECUATORIANO <input type="checkbox"/>	

## **Anexo 8: APLICACIÓN DE ESPIROMETRÍA**

- Explicación sobre el uso y la aplicación de la espirometría



**Actividad:** Socialización de la espirometría

**Autor:** Daniel Quinga



**Actividad:** Prueba antes de evaluar la capacidad respiratoria  
**Autor:** Daniel Quinga