



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE FISIOTERAPIA**

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADA EN  
FISIOTERAPIA

**TEMA:**

“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A  
HUMO DE BIOMASA, PARROQUÍA CAHUASQUÍ, URCUQUÍ 2022-2023”.

**AUTOR:** Bolaños León Odalys Dayana

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

**Ibarra, 2023**

### Constancia de Aprobación del Tutor de Tesis

Yo, Lic. Cristian Santiago Torres Andrade MSc en calidad de tutor de tesis titulada **“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, PARROQUÍA CAHUASQUÍ, URCUQUÍ 2022-2023”**, de autoría de **Bolaños León Odalys Dayana**.

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 24 días del mes de abril de 2023.

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>	<b>DE</b>	100426292-7	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	<b>Y</b>	BOLAÑOS LEÓN ODALYS DAYANA	
<b>DIRECCIÓN:</b>	IMBABURA, URCUQUÍ.		
<b>E-MAIL:</b>	<a href="mailto:odbolanosl@utn.edu.ec">odbolanosl@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2939052	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0981505028
DATOS DE LA OBRA			
<b>TÍTULO:</b>	“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, PARROQUÍA CAHUASQUÍ, URCUQUÍ 2022-2023”.		
<b>AUTOR (ES):</b>	BOLAÑOS LEÓN ODALYS DAYANA		
<b>FECHA:</b>	24 de abril de 2023		
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>	Licenciatura en Fisioterapia		
<b>ASESOR/DIRECTOR:</b>	Lic. Cristian Santiago Torres Andrade Mgs.		

## 2. Constancia

La autora 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 24 días del mes de abril del 2023.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Dayana Bolaños". The signature is stylized and somewhat cursive, with the first name "Dayana" and the last name "Bolaños" clearly visible.

AUTORA

Bolaños León Odalys Dayana

C.I: 100426292-7

## Registro Bibliográfico

**Guía:** FCS -UTN

**Fecha:** Ibarra, 24 de abril del 2023

**Bolaños León Odalys Dayana** "CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, PARROQUÍA CAHUASQUÍ, URCUQUÍ 2022-2023". Trabajo de Grado. Licenciatura en Fisioterapia Universidad Técnica del Norte.

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

El objetivo general de la presente investigación fue Evaluar la capacidad aeróbica y pulmonar en personas expuestas a humo de biomasa, en la parroquia Cahuasquí, Urcuquí 2022-2023, dentro de los objetivos específicos se encuentran: Caracterizar a los sujetos de estudio según edad, género, IMC y años de exposición al humo de biomasa. Establecer el nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio, según género. Identificar la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio, según género.

Fecha: Ibarra, 24 de abril del 2023

Lic. Cristian Torres MSc.



**DIRECTOR DE TESIS**

Bolaños León Odalys Dayana

**AUTORA**

## **Agradecimiento**

Mi más sincero agradecimiento a Dios por bendecirme con la vida, salud y las oportunidades de culminar una etapa más en mi vida. Agradezco a mis padres, Anita León y Gonzalo Bolaños, a mi hermano Aarón Bolaños y a mi querida abuelita Olga Lara, por siempre estar para mí, por el apoyo incondicional durante todo este trayecto, su amor, sus consejos y palabras de aliento que me motivaron a seguir luchando por mis metas.

A mis queridos tíos, tías, primos, compañeros y amigos por su apoyo en esta travesía de mi vida, por brindarme su cariño y ayuda cuando más lo necesitaba. A mi novio, por su inmenso amor que me impulsa a ser una mejor persona cada día, en especial por su ayuda y motivación en mi trabajo de investigación.

Un especial agradecimiento a mi director de tesis MSc. Cristian Torres por su guía en todo el desarrollo de este trabajo de investigación, gracias a sus valiosos conocimientos, consejos, experiencia y paciencia me permitió culminar con una de mis metas académicas.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte y a todos los docentes que han sido parte de mi formación profesional, por compartir sus conocimientos y motivación a ser una excelente profesional. Y finalmente de manera muy especial agradezco a los habitantes de la parroquia Cahuasquí por su colaboración y buena disponibilidad al permitirme realizar uno de los trabajos más importantes de mi vida.

***Odalys Dayana Bolaños León***

## **Dedicatoria**

La presente investigación esta dedicad con mucho cariño y esfuerzo a Dios por darme la inteligencia y capacidad de poder lograr mis estudios, bendecirme con una familia amorosa y por brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente.

A mis amados padres, Anita y Gonzalo, que son mi motivación e inspiración de superación personal, por su apoyo incondicional en cada una de mis locuras, sus valiosos consejos y el inmenso amor que me impulsa a luchar por mis sueños. A mi querido hermano Aarón, por quién me esfuerzo para ser un ejemplo a seguir y añoro motivar positivamente en su vida profesional.

A mi querida abuelita Olga, quien ha sido mi segunda madre, quien toda la vida me ha cuidado y apoyado en mis estudios, que sin importar las dificultades me ayuda, por ser mi inspiración y ejemplo de mujer luchadora.

A mis tías y tíos, que siempre me han brindado su ayuda en cada una de mis tareas universitarias, guiándome con sus conocimientos e ideas y sobre todo por enseñarme de sus experiencias de vida a ser una mejor persona.

Y a todas aquellas personas que han estado a mi lado, brindándome su apoyo con un inmenso cariño en todo este transcurso de mi vida, para así continuar cumpliendo mis anheladas metas profesionales y personales.

***Odalys Dayana Bolaños León***

## Índice de Contenidos

Constancia de Aprobación del Tutor de Tesis .....	2
Autorización de Uso y Publicación a Favor de la Universidad Técnica del Norte.....	3
1. Identificación de la Obra .....	3
2. Constancia .....	4
Registro Bibliográfico.....	5
Agradecimiento.....	6
Dedicatoria.....	7
Índice de Contenidos.....	8
Índice de Tablas .....	11
Resumen.....	12
Tema: .....	14
Capítulo I .....	15
Problema de Investigación. ....	15
Planteamiento del Problema. ....	15
Formulación del Problema.....	20
Justificación .....	21
Objetivos.....	23
Preguntas de Investigación .....	24



Capítulo II.....	25
Marco Teórico.....	25
Sistema Respiratorio.....	25
Capacidad Aeróbica.....	41
Capacidad Pulmonar.....	45
Biomasa.....	48
Instrumentos de Evaluación.....	52
<i>Marco Legal y Ético</i> .....	64
Constitución de la República del Ecuador.....	64
Ley Orgánica del Sistema Nacional de Salud.....	65
Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025.....	66
Consentimiento Informado.....	66
Capítulo III.....	67
Metodología de la Investigación.....	67
Diseño de la Investigación.....	67
Tipos de Investigación.....	67
Localización y Ubicación del Estudio.....	68
Población y Muestra.....	68
Operacionalización de Variables.....	70
Método de Recolección de Información.....	75

	10
Técnicas e Instrumentos de Investigación.....	75
Validación de Instrumentos.....	76
Análisis de Datos.....	77
Capítulo IV.....	78
Análisis e Interpretación de Datos.....	78
Respuestas a las preguntas de Investigación.....	87
Capítulo V.....	89
Conclusiones y Recomendaciones.....	89
Conclusiones.....	89
Recomendaciones.....	90
Referencias Bibliográficas.....	91
Anexos.....	103
Anexo 1. Aprobación del anteproyecto.....	103
Anexo 2. Oficio de Autorización.....	107
Anexo 3. Consentimiento Informado.....	108
Anexo 4. Ficha de datos generales.....	110
Anexo 5. Fichas de aplicación de los instrumentos.....	111
Anexo 6. <i>Abstract</i> .....	113
Anexo 7. Turniting.....	114
Anexo 8. Evidencia fotográfica.....	115

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Variables de caracterización. ....	70
<b>Tabla 2.</b> Variables de interés de capacidad aeróbica. ....	72
<b>Tabla 3.</b> Variables de interés de capacidad pulmonar. ....	73
<b>Tabla 4.</b> Caracterización de la muestra según su edad. ....	78
<b>Tabla 5.</b> Caracterización de la muestra según su sexo. ....	79
<b>Tabla 6.</b> Caracterización de la muestra según su índice de masa corporal. ....	80
<b>Tabla 7.</b> Caracterización de la muestra de estudio de acuerdo a los años de exposición al humo de biomasa. ....	81
<b>Tabla 8.</b> Identificación del nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio, según sexo...	83
<b>Tabla 9.</b> Identificación de la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio, según sexo.....	84
<b>Tabla 10.</b> Evaluación del nivel de gravedad de los patrones espirométricos de los sujetos de estudio, según sexo masculino.....	85
<b>Tabla 11.</b> Evaluación del nivel de gravedad de los patrones espirométricos de los sujetos de estudio, según sexo femenino. ....	86

“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, PARROQUÍA CAHUASQUÍ, URCUQUÍ 2022-2023”.

### **Resumen**

La capacidad aeróbica es el consumo máximo de oxígeno al realizar una actividad, relacionada con la capacidad pulmonar que es el conjunto de volúmenes de aire almacenados en los pulmones, que pueden estar afectados por la exposición al humo de biomasa que causa efectos adversos en la salud, por ello el objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad aeróbica y pulmonar en personas expuestas al humo de biomasa en la parroquia Cahuasquí. El diseño de la investigación fue no experimental, de corte transversal, tipo descriptivo, con enfoque cualitativo de campo. Los datos se recolectaron con una ficha de datos generales, evaluación espirométrica y el test de marcha estacionaria de 2 minutos, a una muestra de 32 personas. Los resultados indicaron una media de edad de 78 años, un predominio del sexo femenino, un IMC en sobrepeso y con exposición al humo biomasa de entre 41 a 50 años; la capacidad aeróbica del 43,8% perteneciente al sexo femenino está en zona de riesgo y el 15,6% del sexo masculino en un nivel normal; la capacidad pulmonar indica que el 37,5% del sexo femenino reflejó patrón obstructivo con nivel de gravedad moderado mientras que el sexo masculino el patrón normal y obstructivo con 12,5% cada uno, con un nivel de gravedad moderado. Concluyendo que la capacidad aeróbica y pulmonar de los adultos mayores de la parroquia Cahuasquí presentan mayor afectación en el sexo femenino, con dominio del patrón obstructivo y zona de riesgo.

**Palabras Clave:** Capacidad aeróbica, capacidad pulmonar, humo, biomasa, exposición, espirometría.

“AEROBIC AND LUNG CAPACITY OF PEOPLE EXPOSED TO BIOMASS SMOKE, CAHUASQUÍ PARISH, URCUQUÍ CANTON, 2022-2023”.

### **Abstract**

Aerobic capacity is the maximum oxygen consumption when performing an activity related to lung capacity, which is the set of volumes of air stored in the lungs. These may be affected by exposure to biomass smoke which causes adverse health effects. Therefore, the objective of this study was to evaluate the aerobic and lung capacity of people exposed to biomass smoke in the "Cahuasquí" Parish. The research followed a non-experimental, cross-sectional, and descriptive, with a qualitative field approach. The data was collected with a general data sheet, spirometric evaluation, and the 2-minute stationary gait test on a sample of 32 people. The results indicated a 78-year-old age mean, a predominance of the female sex, a BMI of overweight, and with exposure to biomass smoke between 41 and 50 years. The aerobic capacity of 43.8% belonging to the female sex is in the risk zone and 15.6% of the male sex at a normal level; Lung capacity indicated that 37.5% of the female sex reflected an obstructive pattern with a moderate severity level, while the male sex showed a normal and obstructive pattern with 12.5% each, with a moderate severity level. It shows that the aerobic and lung capacity of the elderly of the Cahuasquí Parish presented greater affectation in the female sex, in the risk zone, and with the dominance of the obstructive pattern.

**Keywords:** Aerobic capacity, lung capacity, smoke, biomass, exposure, spirometry.

**Tema:**

“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, PARROQUÍA CAHUASQUÍ, URCUQUÍ 2022-2023”.

## Capítulo I

### **Problema de Investigación.**

#### *Planteamiento del Problema.*

La exposición al humo de biomasa es una problemática presente en varios países en desarrollo, debido al gran número de individuos expuestos al humo de combustibles como la biomasa de tipo vegetal, debido a su disponibilidad y bajo precio, que los hacen una fuente importante de energía, además de ser una costumbre de las diferentes culturas; por lo tanto, en las personas que están frecuentemente expuestas al humo en los hogares desarrollarán un daño pulmonar grave y se puede manifestar en la edad madura o en la vejez. (Soto Carbajal, 2022)

La capacidad aeróbica es la indicadora del nivel máximo de oxígeno que se consume una persona al realizar un ejercicio o actividad diaria sin la presencia de fatiga, con relación directa al estado de los sistemas cardiovascular, respiratorio y metabólico. (González Valero et al., 2018). La misma que en personas expuestas a humo de biomasa disminuye debido a que las enfermedades respiratorias como el EPOC genera un círculo vicioso de inactividad y desacondicionamiento a causa de la sensación de disnea, que lleva a un estilo de vida sedentario con una disminución progresiva de la capacidad para el ejercicio, que en consecuencia favorece a la disminución de la capacidad aeróbica acompañado de pérdida de masa corporal y fuerza muscular. (Estrada, 2008)

La capacidad pulmonar es el conjunto de volúmenes de aire almacenados por inhalación y exhalación de los pulmones, utilizado para llevar el oxígeno a cada una de las células y a los órganos del cuerpo, e indican la funcionalidad del aparato respiratorio, mecánica respiratoria y ejecución de la ventilación. (Valenza et al., 2012). Para su adecuada evaluación, se utiliza la espirometría, una prueba Gold standard de la función pulmonar, imprescindible para el diagnóstico

y seguimiento de las enfermedades respiratorias, mediante la identificación de daños o perjuicios en las vías áreas que pueden ocasionar una obstrucción del flujo aéreo. (García Ríó et al., 2013).

Estas capacidades pueden ser afectadas por la exposición al humo de biomasa, que es una fuente de energía, la fracción biodegradable de materia orgánica procedente de animales o vegetales utilizada como combustible, casi dos mil millones de kilogramos de biomasa se queman diariamente, generando gran cantidad de contaminantes perjudiciales, con un nivel de exposición entre 10 y 20 veces superiores a lo recomendado por la OMS; con efectos nocivos para la salud y riesgo de padecer EPOC. (Quintero González & Quintero, 2015) (Silva et al., 2015).

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica de acuerdo a la OMS es la tercera causa de morbimortalidad a nivel mundial, con más de 3 millones de decesos cada año, afecta al 10% de la población mundial, 65 millones de personas sufren de EPOC moderada a severa y el 35% han desarrollado el trastorno después de una exposición crónica al humo de biomasa. (Ramírez Roldán, 2022) (Sana et al., 2018). Además, se estima que 35 de cada 1.000 hospitalizaciones en América Latina se deben a la EPOC, con rangos de mortalidad intrahospitalaria de 6,7% al 29,5%, debido a que entre el 30% y 75% de hogares en zonas rurales de América Latina usan habitualmente la biomasa como combustible para cocinar o calefacción. (Olloquequi G et al., 2017)

En el Ecuador los pacientes atendidos por EPOC en base a los datos de egresos hospitalarios recolectados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), fueron de 4023 pacientes, siendo el 80% mayores de edad. (Lugmaña & Yunga, 2013) El desarrollo de la patología respiratoria tiene una relación sólida con el humo combustionado; ya que en el Ecuador el empleo de biomasa como combustible es una práctica cotidiana, el 11% de familias en zonas urbanas y el 77% en zonas rurales usan madera como combustible. (Villacís & Carrillo, 2011)



En el estudio de Ramírez Roldan, 2022, en Tunja Colombia, proporciona gran evidencia sobre la EPOC asociada a la cocción de alimentos con material de biomasa, en especial en mujeres de zonas rurales a nivel latinoamericano. (Ramírez Roldán, 2022) Similar al estudio en México, de Ramírez Venegas et al, en el que las mujeres expuestas al humo interior tienen 3 veces más probabilidades de padecer EPOC en forma de bronquitis crónica que las mujeres que cocinan con electricidad, gas u otros combustibles más limpios. (Ramírez Venegas y otros, 2019).

Actualmente en el estudio de Melgarejo Pomar en Perú, indica diferentes alteraciones de la función cardiorrespiratoria en las que la exposición crónica a los derivados del humo de leña como la hipoxia hipobárica, son fuentes importantes de radicales libres y que establecen un estado permanente y sostenido de estrés oxidativo, responsable del deterioro progresivo de la función cardiorrespiratoria sin expresión clínica precoz. (Melgarejo Pomar y otros, 2021)

En el continente europeo, según Golpe Gómez, año 2018, en España se establece que una causa principal para la EPOC es la contaminación del hogar por el humo de biomasa, indicando que la exposición a este humo, está presente en la primera infancia porque los niños acompañan a las madres en las labores de la cocina. La EPOC por biomasa existe y es un problema relevante en algunas zonas rurales. (Golpe Gómez, 2018).

En el continente asiático, Oh Yeon-Mok, 2013, en el continente asiático, se evaluó la exposición a combustibles de biomasa con síntomas respiratorios y limitación del flujo de aire, tras aplicar espirometría, en los pacientes con antecedentes de exposición a biomasa los síntomas fueron más frecuente y la limitación del flujo más grave. La ciudad de Quezon Filipinas, con 92% de prevalencia de exposición a la biomasa. (Oh et al., 2013).

Y en África 2015 por Adeloye et al, se analiza en base a mujeres de diferentes países de África Occidental, como Mali, Togo O Gambia, en los que han sufrido los problemas de salud relacionados con la inhalación de humos derivados de la combustión de leña en las cocinas, problemas de salud respiratoria crónica en sus hijos, que en ciertos casos han llegado a la muerte; todo esto debido a los sistemas de fuegos tradicionales. (Adeloye et al., 2015)

La principal problemática es de tipo sanitario, como lo menciona Montoya Rendón, en el estudio “Contaminación ambiental por material particulado dentro y fuera del domicilio y capacidad respiratoria”, indicando que la contaminación del aire en interiores constituye un problema de salud pública relevante, por incremento del riesgo de contraer infecciones respiratorias agudas en el tracto inferior de los niños y obstrucción crónica de los pulmones en adultos, especialmente en países en vía de desarrollo, en zonas rurales con mujeres y niños más expuestos. (Montoya Rendon et al., 2013)

La combustión de biomasa ocasiona un problema ambiental, de acuerdo a Torres Muro 2011, en el estudio “Evaluación de impacto ambiental producido por el uso de leña en zonas rurales de la Región Tacna”, en el que identifica los impactos ambientales sobre el medio, aire, suelo, susceptibles de ser impactados por las actividades como: extracción de leña, búsqueda, recolección y traslado de leña, cocción de alimentos usando leña en cocinas tradicionales y exposición a gases emitidos en el proceso de combustión en cocinas tradicionales. (Torres Muro, 2011)

Las enfermedades respiratorias generan gastos al organismo de Salud Pública, siendo un problema económico del Estado ya que de acuerdo al Ministerio de Salud Pública, “Ecuador Saludable, Voy por ti - Base Legal”, en la constitución de la República del Ecuador, art. 32, La salud es un derecho que garantiza el Estado, 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. Además del aumento de morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias crónicas. (Ministerio de Salud Pública, 2012)

Finalmente, un problema investigativo ya que existen escasos estudios realizados sobre la salud respiratoria en personas expuestas al humo de biomasa en las parroquias rurales del Cantón de Urcuquí, siendo un problema que conlleva a la falta de protocolos de prevención y tratamiento para las enfermedades respiratorias y es una problemática social puesto que se ven afectadas las personas más vulnerables. Por lo antes presentado, se considera importante realizar el actual estudio, con la finalidad de evaluar la capacidad aeróbica y pulmonar de las personas de 65 años en adelante expuestas a humo de biomasa de la parroquia Cahuasquí, ya que son los adultos mayores el grupo poblacional con una exposición crónica al humo de biomasa, además de ser habitantes de una zona rural con mayor predisposición al uso de biomasa como combustible para cocinar y calefacción de los hogares.

***Formulación del Problema***

¿Cuál es la capacidad aeróbica y pulmonar en las personas expuestas a humo de biomasa en la Parroquia Cahuasquí, Urcuquí 2022-2023?

## *Justificación*

El motivo de esta investigación es conocer cómo se encuentra la capacidad aeróbica y pulmonar de las personas expuestas al humo de biomasa en la parroquia de Cahuasquí, debido a que el uso constante de biomasa como combustible dentro de los hogares de la población rural afecta a la salud, por lo tanto, se considera un factor de riesgo global para el desarrollo de EPOC y otras enfermedades pulmonares que disminuyen la funcionalidad del sistema respiratorio.

La investigación fue viable debido a que cuenta con la autorización del presidente de la parroquia Cahuasquí, así como también la firma del consentimiento informado por parte de los sujetos de estudio, también, el investigador está capacitado e instruido en la evaluación de la capacidad aeróbica y capacidad pulmonar.

Este estudio fue factible ya que cuenta con la disponibilidad de los recursos humanos, bibliográficos, económicos, tecnológicos, que evidencia la importancia del tema, así como también los test validados que permiten recolectar los datos, dentro de los cuales para el correcto desarrollo de la investigación se utilizará el Test de Marcha Estática de 2 minutos para evaluar la capacidad aeróbica y la espirometría para la evaluación de la capacidad pulmonar.

La investigación tiene un impacto social en ámbito de la salud, puesto que la problemática de la exposición al humo de bioma es perjudicial para las personas, ya que es inhalado por vía aérea durante la cocción de los alimentos o la calefacción del hogar, ocasionando enfermedades respiratorias, que deriva en un aumento de la ocupación hospitalaria. Además, al tener un contacto directo con los sujetos de estudio, se proporcionará conocimiento del estado de su capacidad aeróbica y pulmonar, permitiendo realizar actividades de orientación y promoción de la salud, puesto que el diagnóstico en el primer nivel de atención médica es primordial para un tratamiento

que retarde la evolución hacia el compromiso respiratorio; además de considerar la contaminación ambiental que se genera por el uso de la biomasa.

La presente investigación cuenta con beneficiarios directos como son los sujetos de estudio que serán informados sobre el estado en que se encuentra su capacidad aeróbica y pulmonar, tras la exposición al humo de biomasa durante sus años de vida, también el investigador es un beneficiario directo puesto que al realizar la investigación aplicará y desarrollará sus habilidades investigativas y conocimientos adquiridos en las áreas de estudio. Por otro lado, los beneficiarios indirectos son la carrera de Fisioterapia y la Universidad Técnica del Norte, ya que a través de este estudio brinda un aporte académico investigativo a la institución que puede ser utilizada como referencia para futuros estudios.

## ***Objetivos***

### **Objetivo General.**

Evaluar la capacidad aeróbica y pulmonar en personas expuestas a humo de biomasa, en la parroquia Cahuasquí, Urcuquí 2022-2023.

### **Objetivos Específicos.**

- Caracterizar a los sujetos de estudio según edad, sexo, IMC y años de exposición al humo de biomasa.
- Establecer el nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio, según sexo.
- Identificar la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio, según sexo.

***Preguntas de Investigación***

- ¿Cuáles son las características a los sujetos de estudio según edad, sexo, IMC y años de exposición al humo de biomasa?
- ¿Cuál es el nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio, según sexo?
- ¿Cuál es la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio, según sexo?



## Capítulo II

### Marco Teórico

#### *Sistema Respiratorio*

El sistema respiratorio está formado por 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. 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. (Asenjo & Pinto, 2017)

El abastecimiento de oxígeno a las células corporales ayuda a que estas tengan una buena producción de energía crecimiento, reparación y reconstrucción, de igual forma este suministro permite mantener las funciones vitales en óptimas condiciones por lo que es indispensable incorporar el aire dentro del cuerpo a través de la inspiración por mecanismos que protegen el aparato respiratorio purificado, enfriado o calentado, humidificado y brindando las cantidades adecuadas de aire, siendo así el sistema respiratorio el vínculo principal e indispensable para esta fuente vital de oxígeno. (West, 2005)

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. (Centros para el control y la prevención de enfermedades., 2007)

### **Anatomía del Sistema Respiratorio.**

La anatomía del sistema respiratorio está conformada por varias estructuras que facilitan su estudio, se dividen en la vía aérea superior y la vía aérea inferior, así como también la musculatura encargada de la respiración. (Asenjo & Pinto, 2017)

#### ***Vías Aéreas Superiores.***

- **Nariz y fosas nasales.** Las fosas nasales están al inicio de la vía aérea, con una comunicación exterior a través de los orificios o ventanas nasal, una comunicación nasofaringe a través de las coanas, glándulas lagrimales y senos paranasales y a su vez tiene un tabique nasal intermedio y con la lámina cribiforme del etmoides. Esta estructura permite humidificar, calentar y filtrar partículas grandes del aire. La nariz está tapizada por la mucosa olfatoria, constituida en su tercio más externo por epitelio escamosos estratificado queratinizado rico en células productoras de moco y los 2/3 siguientes por epitelio escamoso estratificado no queratinizado. Conforman parte de las estructuras óseas correspondientes a los huesos nasales, maxilar superior, región nasal del temporal y etmoides. Cumple funciones de olfato, filtración, humidificación y calentamiento aéreo. (Asenjo & Pinto, 2017)
- **Boca.** Conformada por un vestíbulo, una cavidad oral y el istmo de las fauces. También forman parte anatómica de esta estructura los pilares faríngeos (glosopalatinos y faringopalatinos), aladar blando y duro, y la primera parte del esófago. Forma parte de las estructuras óseas del Axilar superior e inferior. Y la lengua es la estructura muscular

sostenido por uniones con los huesos hioides, maxilar inferior y etmoides, así como del paladar blando y paredes de la faringe. (Asenjo & Pinto, 2017)

- **Faringe.** Estructura tubular que mide entre 12 y 15 cm de longitud, abarca el espacio ubicado entre la base del cráneo hasta el borde inferior del cartílago cricoides. Dividiéndose en tres regiones correspondientes a la nasofaringe (superior: coanas), orofaringe (media: istmo de las fauces) e hipofaringe (inferior: unión laringe con esófago a nivel de C4-C6 y comunicación con laringe a través de la glotis). Está formada por 3 músculos constrictores (superior, medio e inferior), que se superponen como capas y al contraerse permiten el paso del bolo alimenticio al esófago. (Sologuren, 2009)

#### ***Vías Aéreas Inferiores.***

- **Laringe.** Estructura túbulo-cartilaginosa ubicada a nivel vertebral de C4 y C6. Tapizado por membrana mucosa con epitelio escamoso estratificado no queratinizado. Corresponde anatómicamente con el hueso hioides, nueve cartílagos articulados unidos por músculos y membranas (Impares: epiglotis cricoides y tiroides; pares: aritenoides, corniculados y cuneiformes) y la Glotis. La estructura que conforma la glotis se puede diferenciar en tres estructuras anatómicas que correspondientes a la epiglotis en la zona superior (cuerdas vocales falsas), la glotis propiamente tal en la zona media (cuerdas vocales verdaderas) y la subglotis en la zona más inferior, porción a partir de la cual comienza epitelio columnar ciliado pseudoestratificado que tapiza la mayor parte de la vía aérea intratorácica. (Sánchez & Concha, 2018)
- **Tráquea.** Estructura tubular situada en mediastino superior, formada por 15 a 20 anillos cartilaginosos incompletos que aplanan su borde posterior, mide 11 a 12cm de

largo en adultos con un diámetro de 2,5cm. Se extiende desde la laringe y por delante del esófago hasta la carina (a nivel T4), donde se divide en los bronquios principales o fuente derecho e izquierdo, dando origen a la vía aérea de conducción. (Sánchez & Concha, 2018)

- **Bronquios.** Conductos tubulares formados por anillos fibrocartilagosos completos cuya función es conducir el aire a través del pulmón hasta los alveolos. A nivel de la carina se produce la primera dicotomización (23 en total), dando origen a los bronquios fuentes o principales, derecho (corto, vertical y ancho) e izquierdo (largo, horizontal y angosto). Estos bronquios principales se subdividen en bronquios lobares (Derecho: superior, medio e inferior/ Izquierdo: superior e inferior), luego en bronquios segmentarios y subsegmentarios (10 a derecha y 8 a izquierda), continuando las dicotomizaciones hasta formar bronquiolos terminales y respiratorios. Además, solo los bronquios poseen cartílago. (García Araque & Gutiérrez Vida, 2015)
- **Bronquiolos.** Son estructuras que continúan de cada bronquio principal o fuente con un diámetro cada vez más fino hasta llegar a comunicarse con los sacos alveolares a través de los conductos alveolares y canales como son los de Martin, Lambert y a nivel alveolar con los poros de Kohn. Los bronquiolos mantienen abierto su lumen en base a fibras elásticas y musculares, tiene un diámetro entre 0,3 y 0,5mm y son los bronquiolos terminales los que dan fin al espacio muerto anatómico, ya que en los bronquiolos respiratorio existe intercambio gaseoso. (Asenjo & Pinto, 2017) (García Araque & Gutiérrez Vida, 2015)
- **Alvéolos.** Son la última porción del árbol bronquial, 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 del sistema respiratorio. Tapizado principalmente por un epitelio plano (neumocitos tipo I y tipo II) y un espacio intersticial a base de elastina y colágeno. (Asenjo & Pinto, 2017)

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. 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 liquidogaseosa 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 alveólo no más de  $\frac{3}{4}$  de segundo. Su retorno venoso se une al retorno venoso pulmonar total. (Asenjo & Pinto, 2017)

- **Pulmón.** Es un órgano par de forma cónica, que se aloja dentro de la caja torácica sobre el diafragma, separado por el mediastino y un ápice o vértice ubicado a 3cm por delante de la primera costilla. El pulmón derecho es el de mayor tamaño, posee 3 lóbulos (superior, medio e inferior) y cada uno de ellos se subdivide en 3 segmentos superiores (apical, anterior y posterior), 2 segmentos medios (lateral y medial) y 5 segmentos inferiores (superior, medial, anterior, lateral y posterior). El pulmón izquierdo posee 2 lóbulos (superior e inferior) y cada uno se subdivide en 2 superiores divididos en superior (apicoposterior y anterior) y lingular (superior e interior) y 4 inferiores (superior, anteromedial, lateral y posterior). Recibe su circulación desde la arteria aorta por las arterias bronquiales y su drenaje venoso se une al retorno venoso pulmonar total. (Fernández Espinosa & Pérez de la Plaza, 2017)

### ***Cavidad Torácica.***

- **Caja Torácica.** Es la estructura que protege y resguarda a todos los órganos del sistema respiratorio, como los pulmones y el corazón, 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. Está delimitada por los 12 pares de costillas se articulan anteriormente con el esternón y posteriormente con la columna dorsal, se cierra en la parte inferior a través del músculo diafragma, que, a su vez, divide la cavidad torácica de la cavidad abdominal. (Rebecca, 2019)
- **Pleura y Espacio Pleural.** Es la 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). Por su parte, 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. (Asenjo & Pinto, 2017)

### ***Músculos Respiratorios.***

Los músculos respiratorios se agrupan en cuatro grupos: el diafragma, los intercostales, los abdominales y los accesorios (escalenos, esternocleidomastoideo e intercostales). Todos ellos tienen actividad tanto inspiratoria como espiratoria. (Pró, 2012)

- **Diafragma.** Es el principal músculo respiratorio, es impar, plano, ancho y delgado, que forma un tabique entre el tórax y el abdomen. Tiene forma de cilindro que, en su parte superior, termina en una cúpula tendinosa y en su periferia está formado por fibras musculares que discurren interiormente junto a la caja costal inferior, constituyendo la zona de aposición. Por delante, sus fibras se insertan en la cara dorsal del apéndice xifoides y en su parte posterior en la columna vertebral. (García Talavera et al., 1992)
- En el diafragma se encuentran 2 cúpulas, una derecha y otra izquierda. Cada una de éstas forma una saliente que penetra ampliamente en el tórax: la cúpula derecha es más alta que la izquierda. Se divide en 3 porciones: la porción lumbar, la porción costal y la porción esternal. Este músculo es el principal en la respiración por lo que en la inspiración se produce una contracción involuntaria continua y rítmica permitiendo que la cavidad torácica se expanda y cree un vacío en su interior para que de esta forma los pulmones se llenen de aire que contiene O<sub>2</sub>, mientras que en la espiración el diafragma se relaja y la cavidad torácica al igual que los pulmones regresan a su posición inicial expulsando el aire con CO<sub>2</sub>. (Pró, 2012)
- **Músculos abdominales.** Se incluyen los rectos y los transversos del abdomen y los oblicuos internos y externos. Existen dos movimientos espiratorios, el primero es realizado por los músculos transversos, oblicuo interno y externo, fraccionando hacia dentro de la pared ventral, elevando la presión abdominal. El segundo es realizado por los músculos rectos y oblicuos, tirando del arco costal inferior hacia abajo y hacia dentro. Estos músculos además desarrollan una función facilitadora durante la inspiración. Así, cuando se contraen elongan el diafragma, generando más fuerza durante la inspiración y haciendo que el diafragma almacene energía elástica. Todo ello conlleva un ahorro de energía durante la inspiración. (García Talavera et al., 1992)

➤ **Músculos intercostales y accesorios.** Los músculos intercostales incluyen a los intercostales internos y externos que ocupan el espacio intercostal limitado hacia posterior por la articulación costotransversa y hacia anterior por el esternón y el cartílago costal común. Los músculos accesorios están formados por: escalenos, pectorales, esternocleidomastoideo y el trapecio. (García Talavera et al., 1992)

Los intercostales externos y los accesorios tienen como función ejecutar la inspiratoria y son los causantes del incremento del diámetro anteroposterior y lateral de la cavidad torácica, mientras que los intercostales internos son fundamentalmente espiratorios por lo que con su contracción colaboran a reducir el diámetro anteroposterior y lateral del tórax en los casos que exista una espiración forzada. Los accesorios son reclutados para ejercer su función en aquellas condiciones donde la persona requiere altos niveles de actividad inspiratoria. (García Talavera et al., 1992)

### **Fisiología del Sistema Respiratorio.**

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. (Fernández Espinosa & Pérez de la Plaza, 2017)

#### ***Ventilación Pulmonar.***

Es el proceso que permite el desplazamiento del oxígeno desde la atmósfera hacia el pulmón y el dióxido de carbono se movilizan en sentido opuesto por medio de las vías aéreas dado por la diferenciación de presiones que hay dentro y fuera del pulmón. La presión requerida para movilizar este gas por las vías aéreas al pulmón es menor que la presión atmosférica, mientras que



la presión para expulsar el CO<sub>2</sub> hacia el exterior es mayor en los pulmones que en la atmósfera. La ventilación pulmonar facilita de esta manera el mantenimiento de las concentraciones adecuadas de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> mediante dos procesos mecánicos de la respiración como es la inspiración y espiración. (Fernández Espinosa & Pérez de la Plaza, 2017)

Los mecanismos de la ventilación mecánica, son:

- **Inspiración:** proceso de entrada del aire hacia los pulmones cuando la presión pulmonar es menor que la presión atmosférica, se produce por 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, aumentando 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. (Fernández Espinosa & Pérez de la Plaza, 2017)
- **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. Además de una relajación de los músculos del tórax y una disminución del tamaño de los pulmones. (Fernández Espinosa & Pérez de la Plaza, 2017)

### ***Difusión o Intercambio de Gases.***

Es el proceso que se realiza por difusión a través de los tejidos de la membrana alveolocapilar donde el oxígeno es transferido al torrente sanguíneo y el CO<sub>2</sub> se envía a los alvéolos para después ser expulsados por medio de la espiración. (Fernández Espinosa & Pérez de la Plaza, 2017).

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. (West, 2005)

### ***Transporte de Gases en Sangre.***

Es el proceso que inicia cuando ingresan los gases al torrente sanguíneo y se disuelven en el plasma, formando uniones químicas con componentes de la sangre donde aproximadamente el 97% del O<sub>2</sub> se transporta unido a la hemoglobina (Hb) del eritrocito, que unido a cuatro moléculas de O<sub>2</sub> contribuyendo a la oxihemoglobina, mientras que el 3% restante se transporta disuelto en el plasma. Cuando el O<sub>2</sub> pasa a la sangre se realiza un intercambio en los tejidos, se disocia de la hemoglobina, difundiéndose 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 por una diferencia de presión entre el exterior y el interior de las células tisulares y las células sanguíneas. (Fernández Espinosa & Pérez de la Plaza, 2017).

El proceso de intercambio de CO<sub>2</sub> se lleva a efecto de la misma manera que el intercambio de O<sub>2</sub>, pero en sentido inverso, el anhídrido carbónico producido por el metabolismo es transferido por difusión pasiva desde la célula al capilar tisular ya que la presión parcial de CO<sub>2</sub> en los tejidos es mayor que en las células sanguíneas, facilitando la difusión hacia el torrente circulatorio, el transporte de CO<sub>2</sub> en la sangre se efectúa unido el CO<sub>2</sub> a la HB, formando la carboxihemoglobina. (Fernández Espinosa & Pérez de la Plaza, 2017).

### ***Control de la Respiración.***

La respiración está regulada por estímulos químicos en condiciones normales, por lo que la ventilación se ve afectada por las variaciones en las concentraciones sanguíneas de CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> e iones de hidrógeno. El centro respiratorio, localizado en la protuberancia cerebral, controla las neuronas del bulbo raquídeo 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. Además, colaboran en el proceso respiratorio las terminaciones nerviosas receptoras de los alvéolos permitiendo que de esta forma se regule el ingreso de O<sub>2</sub> y salida de CO<sub>2</sub> de forma equilibrada. (Fernández Espinosa & Pérez de la Plaza, 2017).

### ***Volúmenes y Capacidades Pulmonares.***

**Volúmenes Pulmonares.** Son los valores del sistema respiratorio que se pueden medir y son útiles para detectar alguna patología.

- **Volumen corriente (VT):** Es la cantidad de aire inspirado en un proceso normal de la respiración su valor es de 6 a 8 ml por kilogramo de peso, ósea unos 400-500 ml en el adulto normal. (Cienfuegos Agustín & De la Torre Carazo, 2011)
- **Volumen de reserva inspiratoria (VRI):** Es el volumen que un sujeto puede inspirar por encima del volumen corriente este valor es aproximadamente de 3.000 ml. (Cienfuegos Agustín & De la Torre Carazo, 2011)
- **Volumen de reserva espiratoria (VRE):** Es el volumen que un individuo puede espirar por debajo del volumen corriente siendo este aproximadamente unos 1.100 ml. (Cienfuegos Agustín & De la Torre Carazo, 2011)

- **Volumen residual (VR):** Es el volumen que queda en el pulmón, aun después de una espiración forzada este volumen es aproximadamente 1.200ml. (Cienfuegos Agustín & De la Torre Carazo, 2011)
- **Espacio muerto (EM):** Es el aire que rellena las vías respiratorias con cada respiración y no colabora en el intercambio gaseoso (0,15 litros). (Fernández Espinosa & Pérez de la Plaza, 2017)

**Capacidades Pulmonares.** Son la combinación de los volúmenes pulmonares, que son medidas que permiten calcular la insuficiencia respiratoria.

- **Capacidad inspiratoria (CI):** Es la cantidad de aire que un individuo puede inspirar, desde una respiración normal e inspirando o distendiendo los pulmones hasta la máxima cantidad posible este valor es aproximadamente 3.500ml que se obtiene tras la suma del volumen corriente más el volumen de reserva inspiratoria. (Cienfuegos Agustín & De la Torre Carazo, 2011)
- **Capacidad residual funcional (CRF):** Es la cantidad de aire que queda en los pulmones al final de una espiración normal tiene un valor aproximadamente de 2.300ml este resultado es conseguido de la suma del volumen de reserva espiratoria más el volumen residual. (Cienfuegos Agustín & De la Torre Carazo, 2011)
- **Capacidad vital (CV):** Es la cantidad máxima de aire que puede expulsar un individuo después de haber realizado una inspiración hasta su máxima dimensión este es aproximadamente de 4.600ml obtenido de la suma del volumen de reserva inspiratoria, más el volumen corriente y más el volumen de reserva espiratoria. (Cienfuegos Agustín & De la Torre Carazo, 2011)

- **Capacidad pulmonar total (CPT):** Es el volumen máximo de aire que puede ingresar y expandir los pulmones tras haber realizado el máximo esfuerzo posible este es aproximadamente de 5.800ml; siendo el resultado de la capacidad vital más el volumen residual. (Cienfuegos Agustín & De la Torre Carazo, 2011)

### **Fisiopatología del Sistema Respiratoria.**

El sistema respiratorio está expuesto a sufrir ciertas patologías o trastornos respiratorios, dentro de los más frecuentes están:

***Infecciones del Tracto Respiratorio.*** Las vías respiratorias inferiores son vulnerables a infecciones causadas por una amplia variedad de microorganismos, debido a que es uno de los sistemas orgánicos que comunica en forma directa el ambiente interno con el ambiente externo.

- **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. (Gordillo Hernández et al., 2018).

Entre los factores incidentes destacan: Las 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; disponibilidad y efectividad de la atención médica, los factores del huésped y factores genéticos. (Gordillo Hernández et al., 2018).

- **Infecciones respiratorias crónicas (IRC):** Son patologías que afectan al pulmón y/o a las vías respiratorias, sin tratamiento curativo definitivo y en general de progresión lenta. 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, es parte de las estadísticas de enfermedad obstructiva crónica en la edad adulta. (Gordillo Hernández et al., 2018)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que anualmente mueren 250 mil personas por asma a nivel mundial. 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. (Gordillo Hernández et al., 2018)

***Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.*** La EPOC es una enfermedad pulmonar caracterizada por una reducción constante del flujo de aire. Los síntomas empeoran progresivamente y la disnea, persistente y asocia al esfuerzo, aumenta con el tiempo hasta evidenciarse en reposo. Es una enfermedad que no siempre se llega a diagnosticar, y puede ser mortal, la limitación crónica del flujo de aire es causada por una mezcla producto de las enfermedades de las pequeñas vías aéreas (bronquiolitis obstructiva) y la destrucción del parénquima (enfisema). (López Campos et al., 2017)

El síntoma principal de la EPOC es la disnea de esfuerzo, la que es progresiva según la severidad de la enfermedad y se puede manifestar en la realización de grandes esfuerzos al inicio de la enfermedad hasta en reposo en personas con la enfermedad en etapa avanzada. La tos y expectoración se presentan en forma variable. La bronquitis crónica y el enfisema son frecuentes,

pero por sí solos no son diagnóstico de EPOC. Además, es importante considerar que un 30% de las personas son asintomáticas (MSP CHILE, 2020).

Las patologías obstructivas se ven vinculadas a una respuesta inflamatoria anormal localizadas a nivel pulmonar y en la vía aérea como consecuencia a la exposición a partículas nocivas o gases, algunos factores de riesgo son:

- El principal factor es el tabaquismo entre el 85 y 90 por ciento. La suspensión del consumo de tabaco es uno de los principales factores de disminución de la progresión. Es, en este contexto, importante mencionar que más de ocho millones de personas fallecen a causa del tabaco, de estas siete se deben al consumo directo y alrededor de 1,2 millones, consecuencia de la exposición involuntaria al humo del tabaco. Se ha establecido, que la prevalencia de la exposición pasiva al tabaco en el hogar es del 15.2% a nivel nacional. (MSP CHILE, 2020)
- Otros factores son los polvos orgánicos e inorgánicos, y la contaminación intradomiciliaria por humo de biomasa de la combustión principalmente de leña y carbón y factores genéticos, cuya sospecha debe hacerse en personas con antecedentes familiares y/o diagnóstico de EPOC en adultos jóvenes. (MSP CHILE, 2020)

***Cáncer Pulmonar.*** Es el cáncer más frecuente en hombres y mujeres, seguido del cáncer de mama, colon, estómago e hígado. Afecta con más frecuencia a las personas que se encuentran en un grupo etario entre los 50 a 60 años, y ocasionado por factores de riesgo que están vinculados a desarrollar este tipo de cáncer como es el tabaquismo y la exposición a componentes tóxicos como la combustión de leña. (Amorín Kajatt, 2013) De acuerdo a la OMS el cáncer de pulmón agrupa todos los tumores primitivos epiteliales malignos del pulmón excluyendo los tumores

pleomórficos, sarcomatoide, carcinoide y los derivados de las glándulas salivares y es una patología con una gran probabilidad de mortalidad. (Acosta Reynoso et al., 2016)

### **Fisiopatología del Humo de Bioma.**

La inhalación de humo de biomasa en humanos 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 al 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. Respaldado porque se ha demostrado que el humo de combustibles sólidos produce daño del ADN en células humanas cultivadas. (Lopez et al., 2014)

Considerando que la 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, 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. (Lopez et al., 2014)

***Trastornos Respiratorios más Frecuentes por Biomasa.*** La combustión de leña produce más de 250 compuestos orgánicos, carbón, monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (NO), cianuro de amonio (CH<sub>3</sub>N) compuestos carcinógenos, policíclicos aromáticos (PAH), aldehídos y radicales libres, todos estos compuestos entran por la vía aérea y provocan alteraciones sistémicas que afectan, principalmente, distintas funciones del pulmón y a nivel cardiovascular. El material expulsado en la combustión es conocido como material particulado (PM), este es expulsado en una



calidad fina y ultrafina, esta sustancia es prooxidante y genera un estado de estrés oxidativo permanente, mecanismo por el cual involucra a las personas a presentar enfermedades inflamatorias pulmonares como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, la fibrosis pulmonar, el asma y otras infecciosas como las neumonías, la tuberculosis y hasta el cáncer pulmonar. (Melgarejo Pomar et al., 2021).

### ***Capacidad Aeróbica***

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) define a la capacidad aeróbica como aquella capacidad para realizar un ejercicio dinámico en el cual se encuentran involucrados grupos musculares grandes o principales, de alta intensidad o moderada durante tiempos prolongados, con poco esfuerzo, poca fatiga y con una recuperación rápida. El desarrollo óptimo del ejercicio depende del estado funcional del sistema respiratorio, cardiovascular, metabólico y locomotor. (González Valero et al., 2018)

Es la capacidad del organismo para producir el trabajo utilizando oxígeno como combustible, esto está relacionado con la condición de Salud en general y con el estado Cardiovascular. La capacidad aeróbica constituye el principal exponente del estado de forma física del sujeto, en otra definición es una de las cualidades más importantes de la condición física. Además, muestran cómo un nivel moderado-alto de capacidad aeróbica en la infancia y la adolescencia se asocia a un perfil cardiovascular más saludable en la edad adulta. Por lo tanto, se puede afirmar que mientras mejor capacidad aeróbica posea la persona, mejor será su condición de salud física, además a futuro menores probabilidades de contraer enfermedades cardiovasculares. (Castillo Garzón et al., 2007)

Esta capacidad constituye el principal exponente del estado de forma física de la persona, siendo el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) la variable fisiológica que mejor la define en términos de capacidad cardiovascular. (González Valero et al., 2018)

**Consumo Máximo de Oxígeno ( $VO_2$  máx).** Es la cantidad o porcentaje de oxígeno máximo que aprovechan los músculos al realizar un movimiento y se expresa en mililitros de oxígeno por kilogramo de peso durante un minuto (ml/kg/min).; cuanto más alto es el  $VO_2$  máximo de una persona, mayor es su capacidad de mantener el esfuerzo durante la práctica de ejercicio. (González Valero et al., 2018)

**Evaluación del  $VO_2$  máx.** Se puede obtener de manera directa o indirecta, realizando pruebas de esfuerzo máximas o sub-máximas. En las primeras, mediante asperímetros y cámaras de laboratorios se desarrollan pruebas de frecuencia cardíaca máxima, obteniendo el  $Vo_{2Max}$  de forma directa; en las segundas, se obtiene mediante pruebas sub-máximas en las cuales se hacen interpolaciones para estimar el  $vo_{2max}$ , mediante test de campo o bicicletas ergométricas, entre otros, y la aplicación de fórmulas. La población general suele tener unos valores estándar de  $VO_2$  máx. que oscilan de 40- 50 ml/kg/min y los atletas profesionales suelen rondar los 70-80 ml/kg/min, además, y en concordancia está considerado el mejor indicador para expresar la resistencia cardiovascular (González Valero et al., 2018)

### **Factores que Condicionan la Capacidad Aeróbica.**

Algunos factores orgánicos que condicionan la capacidad de un individuo para consumir oxígeno al realizar una actividad son:

- **Aparato ventilatorio.** La capacidad de un individuo para entrar y sacar aire de los pulmones depende de las vías de conducción respiratorias, su permeabilidad y estado

funcional. Así mismo el intercambio gaseoso en los pulmones depende de las condiciones de salud de la membrana alvéolo-capilar y la capacidad de expansión torácica. (Herrera Sevilla y Morales Carrera, 2015) (Martínez L, 1998)

- **La sangre.** La hemoglobina presente en los glóbulos rojos es la sustancia responsable de transportar el oxígeno hacia los tejidos. La cantidad presente en el torrente sanguíneo y la saturación con este gas en los pulmones condiciona también la máxima capacidad aeróbica. (Herrera Sevilla y Morales Carrera, 2015) (Martínez L, 1998)
- **Corazón.** Tiene la función de propulsar la sangre cargada de oxígeno hacia los tejidos. La cantidad de sangre expulsada por el corazón en un minuto (gasto cardíaco) y es índice fisiológico importante para definir la potencia cardíaca, ante un esfuerzo muy vigoroso. La suficiencia del corazón para propulsar sangre durante esfuerzos fuertes es uno de los factores más críticos en el consumo máximo de oxígeno. (Herrera Sevilla y Morales Carrera, 2015) (Martínez L, 1998)
- **Vasos sanguíneos.** La amplitud de las arterias, el número y calibre de los capilares que irrigan a los tejidos, y en general la limpieza y distensibilidad de todo el árbol vascular juegan papel importante en el transporte de oxígeno por la sangre. La arterieesclerosis es precisamente el trastorno degenerativo universal que afecta desfavorablemente la perfusión de los órganos más vitales, produciendo limitaciones en el aporte de oxígeno en muchas ocasiones de carácter fatal. (Martínez L, 1998)
- **Metabolismo intracelular.** Se refiere al gran número de factores que participan en el proceso óxido-reducción de los alimentos hasta extraer de ellos la energía que se guarda en ATP y Fosfocreatina. Considerando la presencia de enzimas oxidativas, la magnitud y el número de mitocondrias, el acumulo de sustratos como el glucógeno y

los ácidos grasos y aún la presencia de la Mioglobina, pigmento capaz de ligar oxígeno y almacenarlo en el músculo mismo. (Herrera Sevilla y Morales Carrera, 2015)

- **Sistema ndocrino.** Ciertas hormonas como la tiroxina. las catecolaminas (Adrenalina y Noradrenalina). la insulina, la somatotrofina y los corticoesteroides afectan profundamente los procesos metabólicos y secundarios a ellos modifican el consumo total de oxígeno. (Herrera Sevilla y Morales Carrera, 2015)
- **Sistema neuromuscular.** A medida que el movimiento involucra una mayor masa muscular, el consumo de oxígeno total aumenta, por ende, la intervención del control neurológico y la coordinación de los movimientos afecta el consumo de oxígeno. (Herrera Sevilla y Morales Carrera, 2015)
- **Otros sistemas.** La digestión y asimilación de los nutrientes repercute en el proceso aeróbico, así mismo la intervención mediadora del hígado en el suministro y conversión de sustratos almacenados. (Herrera Sevilla y Morales Carrera, 2015)

Otros factores importantes que inciden en la capacidad aeróbica son:

- **Medio ambiente.** El aire que circunda es rico (20°/o aprox.) en oxígeno, pero la cantidad de este precioso gas en el aire, varía según la altura, la presión atmosférica, la contaminación, la arborización, entre otros. (Martínez L, 1998)
- **Sexo.** Las mujeres tienen un consumo de oxígeno máximo 10 a 15 por ciento menor que el de los hombres probablemente porque ellas poseen una menor cantidad de hemoglobina y además porque la proporción de grasa corporal es notablemente más alta al tiempo que la masa corporal más baja en comparación con los varones. (Herrera Sevilla y Morales Carrera, 2015)

- **Edad.** La capacidad aeróbica se incrementa gradualmente después del nacimiento hasta alcanzar su máximo valor alrededor de los 20 años de edad, después de lo cual se inicia un decrecimiento muy gradual al principio, pero más acentuado a partir de los 30-35 años para hacerse muy marcado el descenso hacia la edad senil. (Herrera Sevilla y Morales Carrera, 2015)
- **Entrenamiento físico.** El condicionamiento corporal con el ejercicio, especialmente si es continuo, progresivo y de larga duración incrementa la capacidad aeróbica en un porcentaje variable entre 10 y 35% aproximadamente. (Martínez L, 1998)
- **Herencia.** La genética es un determinante fundamental de la capacidad aeróbica. Un mayor o menor consumo de oxígeno durante un esfuerzo vigoroso, radica en la genética hereda de los padres, claro está, susceptible de ser modificada en alguna medida por influencias del medio en el cual se desarrolla el sujeto en consideración. La genética condiciona en gran parte la funcionalidad de los sistemas orgánicos antes mencionados como partícipes en el proceso aeróbico. (Herrera Sevilla y Morales Carrera, 2015) (Martínez L, 1998)

### ***Capacidad Pulmonar***

La capacidad pulmonar o capacidad respiratoria se refieren a los distintos volúmenes de aire característicos en la respiración humana, que se almacenan en los pulmones por medio de la inhalación y exhalación. Un pulmón humano puede almacenar alrededor de 5,8 litros de aire en su interior, pero una cantidad significativamente menor es la que se inhala y exhala durante la respiración. Para conocer cómo se encuentra la mecánica respiratoria, que tan bien se ejecuta la ventilación, mecanismo a través del cual el aire inspirado llega a los alvéolos y el aire alveolar llega a la atmósfera permitiendo de esta forma a través de la evaluación

de la misma relacionar si no experimentará daños o perjuicios las vías aéreas o algún componente del aparato respiratorio. (Gutiérrez, 2007)

**Capacidades Pulmonares.** Al describir los procesos del ciclo pulmonar, se consideran juntos dos o más volúmenes pulmonares, estas combinaciones de volúmenes son llamados capacidades pulmonares, (Gutiérrez, 2007). Las cuales se presentan a continuación:

- **Capacidad inspiratoria (CI):** Es la cantidad de aire que una persona puede respirar comenzando en el nivel de una espiración normal y distendiendo al máximo sus pulmones (3500 ml aproximadamente).  $CI = VC + VRI$ . (Gutiérrez, 2007)
- **Capacidad vital (CV):** Es la cantidad de aire que es posible expulsar de los pulmones después de haber inspirado completamente. Son alrededor de 4,6 litros.  $CV = VRI + VC + VRE$ . (Gutiérrez, 2007)
- **Capacidad pulmonar total (CPT):** Es el volumen de aire en el aparato respiratorio, después de una inhalación máxima voluntaria. Corresponde aproximadamente a unos 6 litros de aire. Es el máximo volumen de expansión de los pulmones con el máximo esfuerzo posible (aprox. 5.800 ml).  $CPT = VC + VRI + VRE + VR$ . (Gutiérrez, 2007)

**Factores que Afectan la Capacidad Pulmonar.** Los de mayor influencia se encuentran varios componentes entre ellos los factores individuales que se producen a nivel interno y los factores externos producto a la exposición a diferentes agentes nocivos que afectan al pulmón. (Talaminos A, 2018)

***Los Factores Individuales son:***

- **La edad.** Es uno de los componentes fundamentales en la evaluación de la función o capacidad pulmonar, esta evaluación se debe tomar en cuenta ya que la madurez

pulmonar, la cual es alcanzada aproximadamente a los 20-25 años de edad, momento tras el cual comienza a deteriorarse de forma progresiva la capacidad pulmonar. (Talaminos A, 2018)

- **La estatura.** Se ven afectados parámetros, como la CPT, la CV, el VR, la FVC y el FEV1, puesto que son proporcionales al tamaño corporal. Esto significa que se verá un mayor decrecimiento de los volúmenes pulmonares en un individuo alto y, por tanto, con gran capacidad pulmonar a medida que incrementa su edad con respecto a una persona que sea de una estatura más baja. (Talaminos A, 2018)
- **Índice de masa corporal (IMC).** La acumulación de tejido graso repercute negativamente en la función ventilatoria de adultos y niños, encontrándose que un aumento IMC normalmente asociado a una reducción del FEV1, la FVC, la capacidad pulmonar total (CPT), la capacidad residual funcional y el volumen espiratorio de reserva (ERV). Este impacto también se ve influenciado sino también en un IMC bajo puesto que presentan un impacto relativo en la capacidad pulmonar, por lo que el bajo peso provoca un decrecimiento de los valores espirométricos FVC y FEV1 mismo que repercute en la disminución de la capacidad ventilatoria y a su vez poseen un déficit de la acción muscular respiratoria. (Talaminos A, 2018)
- **Género.** Debido a que el tamaño de los pulmones es mayor en el género masculino que en el género femenino y, en consecuencia, a este factor se suma en sujetos que presentan un mismo peso y estatura la existencia de un mayor número de bronquios, superior superficie alveolar y más ancho el diámetro de las vías respiratorias. De acuerdo a los resultados de espirometría en diferentes estudios los hombres poseen mayores valores espirométricos que las mujeres aun con los mismos rangos de peso y edad. (Talaminos A, 2018)

***Los Factores Externos son:***

- **Exposición a agentes nocivos del ambiente y el campo laboral.** Producen un deterioro de la capacidad o función pulmonar dentro de estos se encuentra el cigarro, la contaminación del aire, biomasa, polvo, humos, gases y el uso de pesticidas agrícolas que producen grandes cantidades de ROS, elevan los marcadores de estrés oxidativo mismos que regula los genes de mucina y la metaplasia de las células mucosas favoreciendo que el moco intraluminal se incremente y reducen los antioxidantes endógenos llegando a producirse la EPOC misma que se manifiesta en la espirometría por declinación progresiva del FEV1, de la relación FEV1/FVC y en la limitación del flujo aéreo. (Martínez Aguilar N, 2017)

***Biomasa***

La biomasa es una fuente de energía, considerada la fracción biodegradable de la materia orgánica procedente de animales o vegetales utilizada como combustible para la cocción o calefacción de los hogares, se estima que alrededor de casi dos mil millones de kilogramos de biomasa se queman diariamente, generando gran cantidad de contaminantes perjudiciales para la salud. (Silva et al., 2015).

Los productos de la biomasa son utilizados como una fuente energética debido a que la energía que se acumuló en la biomasa tiene su origen en el sol a partir del proceso denominado fotosíntesis las plantas absorben energía lumínica, así como también agua del suelo y el CO<sub>2</sub> de la atmósfera almacenando en ella sustancias orgánicas (energía) y liberando oxígeno y los animales incorporan y transforman esta energía a través de la alimentación procedente de las plantas. (Herguedas A, 2012)



El término biomasa se refiere a cualquier tipo de materia orgánica de origen inmediato en el proceso biológico de organismos recientemente vivos, como plantas, o sus desechos metabólicos (el estiércol). Actualmente es el 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. (Silva et al., 2015)

### **Tipos de Biomasa.**

#### *Según su origen:*

- **Biomasa primaria:** Es la materia orgánica formada directamente de los seres fotosintéticos. Este grupo comprende la biomasa vegetal, incluidos los residuos agrícolas y forestales. (Salinas Callejas y Gasca Quezada, 2009)
- **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. (Salinas Callejas y Gasca Quezada, 2009)
- **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. (Salinas Callejas y Gasca Quezada, 2009)
- **Biomasa natural:** es aquella que se origina naturalmente en el ambiente, en ecosistemas que no hayan tenido ninguna intervención humana. Esta materia prima no es renovable, sin embargo, forman parte de una principal fuente de energía en poblaciones pequeñas y en los países en vía de desarrollo. (de Lucas y del Peso, 2012)

- **Biomasa residual:** Proviene de residuos producidos por el desarrollo de diferentes actividades humanas, residuos agrícolas y forestales, denominados biodegradables. Se clasifican en secos húmedos, o en sólidos y líquidos. (de Lucas y del Peso, 2012)
- **Biomasa de cultivos energéticos:** Destinados a la producción de energía y más no de utilidad agrícola, por lo que se les conoce como agroenergéticos caracterizados por su robustez y por tener económicamente menos costos de cultivo y gran producción de biomasa. (de Lucas y del Peso, 2012)

Según el estado de la biomasa se encuentran:

- **Biomasa sólida:** Es una materia muy conocida, que abarca a la madera en general de silvícolas forestales, residuos de la industria que laboran con biomasa en general. (de Lucas & del Peso, 2012)
- **Biomasa líquida:** engloba a los residuos industriales biodegradables, y las aguas residuales urbana. (de Lucas & del Peso, 2012)
- **Biomasa gaseosa:** en sí tratándose del metano que se adquiere a partir de residuos de animales, agroalimentarios, escombros y vertederos de forma procesada. (de Lucas y del Peso, 2012)

### **Usos de la Biomasa.**

Se emplea tanto en las industrias, ganadería y hogares ya que es la materia empleada en la elaboración de biocombustibles y de esta forma la biomasa puede proporcionar energía mediante su transformación en materia sólida de forma natural como la madera y en forma líquida o gaseosa, aunque generalmente son sólidos y gaseosos los más utilizados y los que se aplican con fines térmicos y eléctricos. (Romero Salvador, 2010)

La biomasa natural como la leña procedente de árboles de forma natural en lugares no cultivados por industrias, han sido utilizados de forma tradicional por las personas para calentarse y cocinar. Es la más adecuada para la utilización energética masiva ya que se encuentra y adquiere de forma incalculable por la humanidad por el hecho de que se produce de forma natural y siendo más consumida por la población en vía de desarrollo. (Romero Salvador, 2010)

### **Mecanismos Patogénicos por Exposición al Humo de Biomasa.**

El efecto inmunológico de las partículas de humo de biocombustibles aún no se ha caracterizado por completo, debido a que el potencial citotóxico e inflamatorio depende de las características físicas y químicas de las partículas, que considerablemente dependiendo del tipo de combustión; las partículas generadas por combustión a temperaturas medias producen mayor efecto citotóxico, en comparación con las 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. (Sada Ovalle et al., 2015)

Una afección conocida es el EPOC a nivel histopatológico por exposición al humo de biomasa, que presenta un fenotipo con más bronquiolitis, con más antracosis y fibrosis pulmonar, así como mayor engrosamiento de la pared arterial que los pacientes fumadores en un estudio se puso a los fibroblastos en un cultivo expuestos al humo de biomasa y se encontró un incremento en la producción de fibronectina. Actualmente se ha propuesto que el humo de biomasa contribuiría al origen de la EPOC propiciando un estado de inflamación pulmonar y sistemático, así como un aumento del estrés oxidativo con consecuencias genotóxicas, entre otros daños celulares. (Silva et al., 2015)

Las personas expuestas al humo de biomasa a través de estudios realizados del esputo, se encontró que existe un mayor número de neutrófilos, eosinófilos, monocitos, mastocitos, linfocitos y macrófagos a nivel alveolar, así también los niveles de interleucina (IL)-6, IL-8 y factor de necrosis tumoral (TNF) se ven elevados; en otro estudio la exposición a estos contaminantes altera la expresión de genes asociados a la activación de los linfocitos T CD8+. (Silva et al., 2015) También presenta un incremento de la actividad metaloproteinasas y mayor expresión de estos genes, además existe una desactivación del surfactante pulmonar, y produce disfunción fagocítica en macrófagos, alteración de la movilidad mucociliar y reducción de la eliminación de bacterias. (Lopez et al., 2014)

### ***Instrumentos de Evaluación***

#### **Test de Marcha Estática de 2 Minutos.**

Conocida como TME2' tiene el propósito de evaluar la capacidad aeróbica en población adulta y adulta mayor, ha sido utilizado como una medida de efectividad de intervenciones con ejercicio en dicha población y en adultos mayores con insuficiencia cardíaca, obesidad, adultos mayores que viven en comunidad, enfermedad de Parkinson y en mujeres de edad avanzada con patologías y sin patologías, demostrando que un rendimiento bajo en el test se relaciona con una función cognitiva reducida. (Loteró & Parra, 2020)

***Materiales para la Evaluación.*** Para la ejecución de esta prueba se necesita materiales como: cronómetro, cinta métrica, cinta de enmascarar. La altura adecuada para levantar la rodilla está a nivel de un punto intermedio entre la rótula y la cresta ilíaca.

### ***Procedimiento de la Prueba.***

Al realizar la señal de inicio de la prueba el participante evaluado comienza a marchar en su lugar lo más rápido posible durante 2 minutos, comenzando con la pierna derecha, y completando tantos pasos como sea posible dentro del período de tiempo establecido. Se debe observar que la rodilla derecha llegue al tope establecido. (Loteró Cárdenas & Parra, 2020)

Al final de la realización de la prueba, el participante debe caminar lentamente por alrededor de un minuto para realizar la fase de enfriamiento. El puntaje corresponde al número total de veces que la rodilla derecha alcanza la altura mínima establecida al inicio. (Loteró Cárdenas & Parra, 2020)

### **Espirometría.**

La espirometría es la prueba estándar de la función respiratoria que evalúa las propiedades mecánicas de la respiración; mide la máxima cantidad flujos y volúmenes 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. La ejecución de la maniobra es sencilla, rápida y no invasiva. (García Río et al., 2013)

***Aplicaciones de la Espirometría.*** Permite confirmar un diagnóstico de sospecha, dar un seguimiento de cómo evoluciona una enfermedad respiratoria a través del tiempo, ayuda con fines preventivos epidemiológicos, establecer la necesidad de tratamiento y a su vez conocer la magnitud de la alteración o el grado de afección pulmonar que se puede encontrar en el individuo. Por otro lado, 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. (García Ríó et al., 2013)

***Utilidad de la Espirometría:***

- **Diagnósticas:** Evaluación de síntomas o signos respiratorios. Medición del efecto de la enfermedad sobre la función pulmonar. Cribado de sujetos en riesgo de enfermedad pulmonar. Evaluación del riesgo de procedimientos quirúrgicos, especialmente torácicos o abdominales altos. Estimación de gravedad y pronóstico en enfermedades respiratorias o de otros órganos que afecten a la función respiratoria. Valoración del estado de salud antes del inicio de programas de actividad física intensa. Examen físico rutinario. (García Ríó et al., 2013)
- **Monitorización:** Evaluación del efecto de intervenciones terapéuticas. Monitorizar el curso de enfermedades que afecten a la función pulmonar. Monitorizar a personas expuestas a sustancias potencialmente tóxicas para los pulmones, incluyendo fármacos. (García Ríó et al., 2013)
- **Evaluación del deterioro/discapacidad:** Programas de rehabilitación. Evaluación de disfunción por seguro médico y valoraciones legales (seguridad social, peritajes, etc.). (García Ríó et al., 2013)
- **Salud pública:** Estudios epidemiológicos y generación de ecuaciones de referencia. (García Ríó et al., 2013)

### ***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. (Benítez Pérez R, 2019)

- **Turbina:** Es proporcional al flujo que pasa a través del dispositivo, basada en la velocidad de giro de las aspas, registrada mediante los sensores ópticos (Benítez Pérez R, 2019)
- **Neumotacógrafo:** Un transductor de presión transforma la señal de presión diferencial en eléctrica, que es ampliada y procesada. (Benítez Pérez R, 2019)
- **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. (Benítez Pérez R, 2019)
- **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. (Benítez Pérez R, 2019)
- **Pinzas nasales:** utilizadas para tapar las fosas nasales durante la prueba. (Benítez Pérez R, 2019)

### ***Interpretación de la Espirometría.***

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. (García Ríó et al., 2013)

- **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 %. (García Ríó et al., 2013)
- **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. (García Ríó et al., 2013)
- **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 (respecto a sí misma: tanto por ciento de la FVC que se espira en el primer segundo). Su valor normal es mayor del 70 %. (García Ríó et al., 2013)

### ***Patrones Espirométricos.***

Existen sólo cuatro posibilidades en la interpretación de una espirometría:

- **Patrón Normal.** Se caracteriza por presentar flujos y volúmenes normales, donde la función o capacidad pulmonar es normal. La relación de VEF1/ CVF es mayor al 70%, la CVF mayor a 80% y la VEF1 mayor a 80%, por lo que los valores obtenidos al evaluar están dentro de los llamados valores de referencia, y por encima del 80 % sobre el predictivo. (García Ríó et al., 2013)



- **Patrón Obstructivo:** El paciente presenta una limitación al flujo aéreo, esto es, una obstrucción a la salida del aire (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 se espera más tiempo acabará por salir todo. Este patrón tiene por definición la relación VEF1/CVF bajo el límite inferior de normalidad, este dato define la obstrucción que es presentado en un porcentaje representativo de acuerdo a los valores normales siendo este menor del 70. Disminución del FEV1 (menor del 80 %). Y el FVC normal (disminuido, menor del 80 %, en casos avanzados). (García Río et al., 2013)
- **Patrón Restrictivo:** El paciente presenta una disminución de la capacidad para acumular aire (por alteración de la caja torácica, o por disminución del espacio alveolar útil, como en el enfisema o por cicatrices pulmonares extensas), sin embargo, los flujos son normales, porque no existe ninguna obstrucción a su salida (el aire sale con normalidad, pero no hay mucho). (García Río et al., 2013)  
  
La relación VEF1/CVF es normal con el VEF1 proporcionalmente bajo. y la CVF se encuentra por debajo de los valores estándar siendo esta última el dato que define la restricción. (García Río et al., 2013)
- **Patrón Mixto:** Es la combinación del patrón obstructivo con el patrón restrictivo, generalmente por evolución de cuadros que al principio sólo eran obstructivos o restrictivos puros, sin embargo también se conoce como un segundo tipo de alteración obstructiva siendo ésta aquella que cruza con un CVF disminuida a diferencia del primer tipo que cruza con un CVF normal, al segundo tipo de obstrucción también se le conoce como patrón mixto, cabe recalcar que hay literaturas en las que no se

menciona en la espirometría a las alteraciones mixtas, sino como una obstrucción de segundo tipo. (García Ríó et al., 2013)

El FEV1 está disminuido más que en cualquier otro patrón, ya que asocia el descenso propio de la restricción, con el propio de la obstrucción el FVC está disminuido y el cociente FEV1 / CVF normal, aumentado o disminuido, según qué componente predomina más, lo más frecuente es que esté también disminuido, por sumación de los descensos del FEV1 y la CVF. (García Ríó et al., 2013)

### ***Gráficas Espirométricas.***

Se observan dos tipos de gráficos para el estudio de la espirometría.

- La gráfica **Volumen-Tiempo**, 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. (Romero de Ávila Cabezón et al., 2017)
- La gráfica **Flujo-Volumen**, presenta el comportamiento del flujo espiratorio en el eje vertical contra el volumen espirado en el eje horizontal. Esta curva tiene una fase

expiratoria 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 expiratoria. La fase expiratoria, de forma triangular inicia con un ascenso muy vertical que termina en un flujo pico o flujo máximo 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). (Romero de Ávila Cabezón et al., 2017)

### ***Curvas Espirométricas.***

Las curvas presenten en las gráficas de los diferentes patrones espirométricos que se analizan de la siguiente manera para su estudio y aplicación:

- **Patrón normal:** La curva flujo volumen asciende rápidamente hasta la aparición del pico máximo (FEM) normal con un declive no tan pronunciado y rectilíneo sin presentar curvas o convexidades. La curva volumen tiempo tiene un ascenso rápido en relación al volumen en el primer minuto, después forma una meseta con un volumen fijo donde la línea va a ser horizontal y con un ascenso ligero y prolongado en el tiempo. (Romero de Ávila Cabezón et al., 2017)
- **Patrón obstructivo:** La curva flujo volumen se observa a través de un ascenso rápido del flujo, aparición del pico máximo (FEM) que se va a ver disminuido y una curva de descenso cóncava característica de obstrucción haciéndose más cóncava conforme los niveles de gravedad sean más altos. La curva volumen-tiempo tiene un ascenso lento del volumen en relación del tiempo siendo en el primer segundo el volumen espiratorio disminuido. (Romero de Ávila Cabezón et al., 2017)

- **Patrón restrictivo:** En la curva flujo-volumen se aprecia una curva de altura parecida o levemente inferior, pero con un menor volumen global es decir la cantidad de aire que abarcan los pulmones no es lo suficiente para salir o marcarse en relación a la línea volumen. La curva volumen–tiempo que no llega al valor normal de la capacidad pulmonar total, con una FEV1 que puede ser normal o baja. (Romero de Ávila Cabezón et al., 2017)
- **Patrón mixto:** La curva volumen flujo muestra un ascenso rápido del flujo, aparición del pico máximo (FEM) disminuido y una curva de descenso cóncava con un menor volumen global. La curva volumen- tiempo tiene un ascenso lento del volumen en relación del tiempo y no llega al valor normal de la capacidad pulmonar total. (Romero de Ávila Cabezón et al., 2017)

#### *Niveles de Gravedad de los Patrones Espirométricos.*

Para los niveles de gravedad se considera el índice FEV1 para la obstrucción y el FVC para la restricción y en el caso de registrarse un patrón mixto, se debe informar a cada componente por separado siendo así la gravedad del componente obstructivo y la gravedad del componente restrictivo, de esta manera los patrones obstructivo y restrictivo se los categoriza según los grados de afectación medidos en las cifras del FEV1 y la FVC respecto a sus valores de referencia. Existen distintas normativas, tanto la de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) como la de la American Thoracic Society (ATS) /Europe Respiratory Society (ERS). (Romero de Ávila Cabezón et al., 2017)

Según normativas de la SEPAR para el patrón obstructivo se fija en el índice FEV1: (Romero de Ávila Cabezón et al., 2017)

- **Leve:** VEF1 mayor o igual al 65 %
- **Moderado:** VEF1 50 – 64 %
- **Grave:** VEF1 35 – 49 %
- **Muy Grave:** VEF1 menor del 35 %

Según normativas de la SEPAR para el patrón restrictivo se fija en el índice FVC o CVF:

(Romero de Ávila Cabezón et al., 2017)

- **Leve:** CVF mayor o igual al 65 %
- **Moderado:** CVF 50 – 64 %
- **Grave:** CVF 35 – 49 %
- **Muy grave:** CVF menor del 35 %.

Según normativas de la SEPAR para el patrón mixto se informa por separado tanto del componente obstructivo (FEV1) como el patrón restrictivo (FVC o CVF). (Romero de Ávila Cabezón et al., 2017)

### ***Indicaciones y Contraindicaciones.***

#### **Indicaciones de la espirometría:**

- Evaluar la presencia de síntomas respiratorios o signos de enfermedad.
- Evaluar alteraciones de la función pulmonar y ver la evolución con y sin intervención terapéutica. (Álvarez Gutiérrez et al., 2009)
- Diagnosticar y dar seguimiento de pacientes con enfermedades respiratorias.
- Evaluar el impacto producido en la función pulmonar de otras enfermedades orgánicas y/o sistémicas. (Álvarez Gutiérrez et al., 2009)
- Evaluar riesgos de procedimientos quirúrgicos. (Álvarez Gutiérrez et al., 2009)

- Realizar estudios de personas sanas o que pueden estar afectadas a nivel respiratorio con riesgo de enfermar por determinadas condiciones relacionadas con su profesión u oficio y evaluar ensayos clínicos farmacológicos. (Álvarez Gutiérrez et al., 2009)

### **Contraindicaciones de la Espirometría:**

- Situaciones en las que no se puede realizar la prueba por posibles descompensaciones del paciente o debido a que puede salir mal los valores espirométricos entre los más habituales están el dolor torácico o aumento de presión intracraneal, accesos tusígenos, broncoespasmo. Puesto que esto en el paciente rara vez puede conllevar un cuadro sincopal o un neumotórax. (Álvarez Gutiérrez et al., 2009)
- Contraindicaciones absolutas que son: neumotórax activo o reciente, hemoptisis activa o reciente, aneurisma torácica, cerebral o abdominal, cirugía torácica o abdominal reciente, infarto del miocardio reciente y desprendimiento de retina o cirugía ocular y dentro de las contraindicaciones relativas están las siguientes faltas de comprensión o colaboración para realizar la prueba, problemas bucodentales o faciales que dificulte colocar la boquilla, traqueostomía. (Álvarez Gutiérrez et al., 2009)

### ***Ejecución de la Espirometría.***

Se inicia la prueba proporcionando las indicaciones necesarias al paciente y tomando las medidas de bioseguridad correspondiente. Primero se debe colocar la boquilla del espirómetro en la boca del paciente y que realice una inhalación rápida y completa hasta una capacidad pulmonar total (CPT), después de una pausa menor de 1 a 2 segundos, iniciar exhalación forzada, con la máxima rapidez, por al menos 6 segundos sin detenerse, hasta alcanzar los criterios de fin de

espiración y finalmente retirar el espirómetro para ver resultados esto se debe realizar por lo menos tres maniobras aceptables. (Gutiérrez Clavería M, 2006)

### ***Criterio de Aceptabilidad de la Espirometría.***

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.

Volumen extrapolado  $< 0.15$  L o 5 % de la FVC. (Benítez Pérez R, 2019)

- **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). Lograr una meseta de un segundo: sin cambios  $> 0.025$  L (25 mL) por al menos 1 segundo en la curva V/T. El sujeto no puede continuar exhalando o se niega a hacerlo. (Benítez Pérez R, 2019)

Libre de artefactos, sin evidencia de: Terminación temprana. Esfuerzo variable. Tos en el primer segundo. Cierre glótico. Exhalaciones repetidas. Obstrucción en boquilla o fuga alrededor de la misma. Errores de línea de base (sensores de flujo). Fugas en el sistema (espirómetros de volumen). (Benítez Pérez R, 2019)

### ***Criterio de Repetibilidad de la Espirometría.***

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. (Benítez Pérez R, 2019)

## **Marco Legal y Ético**

*La investigación está sustentada de acuerdo a la ley, como es la Constitución de la República del Ecuador, Plan Nacional del Desarrollo 2021-2025 y la Ley Orgánica de Salud, indispensables para la ejecución de esta investigación.*

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

**Sección Segunda. Ambiente sano. Art. 14.-** *Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Gobierno de la República del Ecuador., 2008)*

**Sección Séptima. Salud. 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. (Gobierno de la República del Ecuador., 2008)*



### ***Capítulo Tercero. Derechos de las personas y grupos de atención prioritaria.***

**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.* (Gobierno de la República del Ecuador., 2008)

**Art. 38.-** *El Estado establecerá políticas públicas y programas de atención a las personas adultas mayores, que tendrán en cuenta las diferencias específicas entre áreas urbanas y rurales, las inequidades de género, la etnia, la cultura y las diferencias propias de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades; asimismo, fomentará el mayor grado posible de autonomía personal y participación en la definición y ejecución de estas políticas.* (Gobierno de la República del Ecuador., 2008)

### ***Ley Orgánica del Sistema Nacional de Salud.***

**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.* (Gobierno Nacional del Ecuador, 2021)

### **Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025.**

**Objetivo 6.** *Garantizar el derecho a la salud integral, gratuita y de calidad La OMS define a la salud como "un estado de completo bienestar físico, mental y social, no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades" y "el goce del grado máximo de salud que se pueda lograr es uno de los derechos fundamentales de todo ser humano sin distinción de raza, religión, ideología política o condición económica o social". El abordaje de la salud en el Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 se basa en una visión de salud integral, inclusiva y de calidad, a través de políticas públicas concernientes a: hábitos de vida saludable, salud sexual y reproductiva, DCI, superación de adicciones y acceso universal a las vacunas. Adicionalmente, en los próximos cuatro años se impulsarán como prioridades gubernamentales acciones como la Estrategia Nacional de Primera Infancia para la Prevención y Reducción de la Desnutrición Crónica Infantil: Ecuador Crece sin Desnutrición Infantil, que tiene como finalidad disminuir de manera sostenible la desnutrición y/o malnutrición infantil que afecta a 1 de 4 menores de 5 años en el país. Como nación existe la necesidad de concebir a la salud como un derecho humano y abordarlo de manera integral enfatizando los vínculos entre lo físico y lo psicosocial, lo urbano con lo rural, en definitiva, el derecho a vivir en un ambiente sano que promueva el goce de las todas las capacidades del individuo. (Gobierno Republica del Ecuador, 2011).*

### **Consentimiento Informado.**

La presente investigación se realizó tomando en cuenta la firma del consentimiento informado para la participación de los sujetos de estudio, en el cual se detalló los objetivos de la investigación y el procedimiento de evaluación de cada uno de los instrumentos, tomando en cuenta las medidas de bioseguridad sanitaria y la instrucción al paciente para que el procedimiento sea lo más viable posible.

## Capítulo III

### Metodología de la Investigación

#### *Diseño de la Investigación*

**No Experimental.** Es el estudio que se realiza sin la manipulación deliberada de variables, es decir, sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos. Este estudio es no experimental debido a que no se manipularán las variables y solo se evaluará la capacidad aeróbica y pulmonar a los sujetos que han estado expuestos al humo de biomasa. (Hernández Sampieri et al., 2014)

**Corte Transversal.** Se caracteriza por realizar un estudio de las variables simultáneamente en un determinado tiempo; este estudio es transversal debido a que se analizará a las variables y se evaluará a los sujetos de estudio en un momento dado en el tiempo. (Parreño Urquiza, 2016)

#### *Tipos de Investigación.*

**Descriptivo.** Corresponde a los problemas descriptivos, por lo que se enfocan netamente a responder características de cómo es o cómo está tal o cual situación respecto a un problema o variable; este estudio permite encuestar a los sujetos de estudio y describir si afecta o no el humo de biomasa en el sistema respiratorio y a nivel físico. (Parreño Urquiza, 2016)

**Enfoque Cuantitativo.** La investigación de tipo cuantitativo es en la que las variables fueron medidas y obtenidas en términos numéricos a través de instrumentos de medición siendo estos el espirómetro y el test de marcha estacionaria de 2 minutos para la capacidad aeróbica y la capacidad pulmonar que arrojó información necesaria para interpretar y generar reflexiones conceptuales sobre el hecho que se investigó. (Del Cid et al., 2011)

**De Campo.** Como su nombre lo indica se realiza fuera de un lugar acondicionado, es decir en el lugar natural donde ocurren los hechos; este estudio será realizado en las viviendas los sujetos de estudio en la parroquia Cahuasquí. (Del Cid et al., 2011)

### ***Localización y Ubicación del Estudio***

La investigación se realizó en la parroquia de Cahuasquí ubicada al noroccidente del cantón Urcuquí, a 45km de la capital provincial de Imbabura, a los adultos mayores que están expuestos al humo de biomasa de tipo vegetal.

### ***Población y Muestra***

**Población.** La población para la presente investigación está conformada por 113 personas mayores de 65 años expuestos al humo de biomasa que habitan en la parroquia Cahuasquí del cantón Urcuquí.

#### **Criterios de Selección.**

#### ***Criterios de Inclusión.***

- Personas que acepten la participación en la investigación a través de la firma del consentimiento informado.

#### ***Criterios de Exclusión.***

- Personas que no habiten en la parroquia de Cahuasquí.
- Personas que no hayan sido expuestas al humo de biomasa de origen vegetal.
- Personas que no firmen el consentimiento informado para participar en la investigación.
- Personas con saturación de oxígeno inferior al 80%.

- Personas con alguna limitación física que les impidan realizar las evaluaciones.
- Personas que sean fumadores crónicos.

**Muestra.**

La muestra para la presente investigación se determinó de manera no probabilística a conveniencia del investigador mediante los criterios de selección, estando conformada por 32 personas expuestas al humo de biomasa pertenecientes a la parroquia de Cahuasquí, cantón Urcuquí.

## Operacionalización de Variables

### Variables de Caracterización.

**Tabla 1.**

*Variables de caracterización.*

Variables	Tipos de variables	Dimensión	Indicador	Escala	Instrumento	Definición
Edad	Cuantitativa Discreta	Grupo etario	Media de la edad	> 65 años		La edad es un concepto lineal y que al número de años que tiene una persona desde el momento que nace hasta el de referencia. (Rodríguez Ávila, 2018)
Sexo	Cualitativa Nominal Politómica	Sexo	Genero al que pertenece	Masculino <hr/> Femenino	Ficha de datos generales del paciente.	El sexo son las características biológicas incluido los rasgos cromosómicos, genéticos, anatómicos, reproductivos y fisiológicos, que clasifican a los seres vivos en macho/hombre y hembra/mujer. (Abad Colil et al., 2019)

IMC	Cualitativa Ordinal Politómica	Peso y talla	Bajo peso	< 18.5 Kg/m <sup>2</sup>	El IMC es un indicador utilizado para diagnosticar el estado nutricional y usado a su vez como una medida suplida a la grasa corporal de una persona de acuerdo con el peso en relación con la talla. (Rodríguez Valdés et al., 2019)
			Peso normal	18.5-24.9 kg/m <sup>2</sup>	
			Sobrepeso	25.0-29.9 kg/m <sup>2</sup>	
			Obeso I	30.0-34.9 kg/m <sup>2</sup>	
			Obeso II	35,0-39.9 km/m <sup>2</sup>	
			Obeso III	> 40 km/m <sup>2</sup>	
Exposición al humo de biomasa	Cuantitativa discreta	Tiempo de exposición		21-30	La exposición al humo de biomasa es la inhalación de las partículas de la combustión de la biomasa vegetal como la madera, mientras se utiliza para la cocción de los alimentos o la calefacción del hogar. (Ramírez Roldán, 2022)
				31-40	
			Media de años de exposición	41-50	
				51-60	
				61-70	
				71-80	

## Variables de Interés.

**Tabla 2.**

*Variables de interés de capacidad aeróbica.*

Variables	Tipo de variable	Dimensión	Indicador	Escala		Instrumentos	Definición	
			Edad	F	M			
Capacidad Aeróbica	Cualitativa Ordinal Politómica	Edad Género	Zona de riesgo	<65 steps		Test de marcha estacionaria de 2 minutos	Es el componente de la condición física, la que permite realizar un ejercicio o actividad diaria sin la presencia de fatiga, con relación directa al estado de los sistemas cardiovascular, respiratorio y metabólico. (González Valero et al., 2018)	
			60-64	75-107 steps	87-115 steps			
			65-69	73-107 steps	86-116 steps			
			70-74	68-101 steps	80-110 steps			
			Rango Normal	75-79	68-100 steps			73-109 steps
			80-84	60-91 steps	71-103 steps			
			85-89	55-85 steps	59-91 steps			
			90-94	44-72 steps	52-86 steps			



**Tabla 3.***Variables de interés de capacidad pulmonar.*

<b>Variables</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Definición</b>
Capacidad Pulmonar	Cualitativa Nominal Politómica	Patrón Espirométrico	Normal	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ FEV1 / FVC normal (&gt; 70 %)</li> <li>➤ FVC normal (&gt; 80 %)</li> <li>➤ FEV1 normal (&gt; 80 %)</li> </ul>	Espirómetro CONTEC SP80B	Es el conjunto de volúmenes de aire almacenados por inhalación y exhalación de los pulmones, que indican la funcionalidad del aparato respiratorio, mecánica respiratoria y ejecución de la ventilación. (Valenza et al., 2012)
			Obstructivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ FEV1 / FVC disminuido (&lt; 70 %)</li> <li>➤ FVC normal (&gt; 80 %)</li> <li>➤ FEV1 disminuido (&lt; 80 %)</li> </ul>		
			Restrictivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ FEV1 / FVC normal (&gt;70%)</li> <li>➤ FVC disminuido (&lt; 80 %)</li> <li>➤ FEV1 normal o disminuido (&lt; 80%)</li> </ul>		
			Mixto	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ FEV1/FVC disminuido (&lt; 70%)</li> <li>➤ FVC disminuido (&lt; 80 %)</li> <li>➤ FEV1 disminuido (&lt; 80%)</li> </ul>		

---

Nivel de gravedad	Leve	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Patrón obstructivo FEV1 y restrictivo FVC <math>\geq</math> a 65 %.</li><li>➤ Patrón mixto informar por separado del componente obstructivo (FEV1) y del restrictivo (FVC).</li></ul>
	Moderado	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Patrón obstructivo FEV1 y restrictivo FVC de 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 – 49 %.</li><li>➤ Patrón mixto informar por separado del componente.</li></ul>

---

## ***Método de Recolección de Información***

### **Método de Recolección de Datos.**

***Método Inductivo.*** Es un método que se establece de hechos particulares a generales; pueden ser leyes, teorías, conocimientos, datos. Para ello es fundamental aplicar correctamente la metodología, a través de los datos obtenidos en la población de estudio de forma particular de acuerdo a la evaluación se los generalizara y brindara datos de cómo influye o no el humo de biomasa de tipo vegetal tanto a nivel pulmonar y físico. (Parreño Urquizo, 2016)

***Método de Revisión Bibliográfica.*** Es aquella que permite hacer una amplia investigación documental de diferentes textos, libros, artículos entre otros, que se relacionen con la exposición al humo de biomasa, la capacidad aeróbica y capacidad pulmonar. Para realizar una investigación profunda indagando todos los libros publicados sobre el tema y revisados desde los más actualizados a los menos actualizados. (Del Cid et al., 2011)

***Método Analítico.*** Documenta decisiones o definiciones realizadas al momento de analizar los datos obtenidos de la evaluación, se realizan para dar secuencia lógica al problema explicativo o causal y se orientan a demostrar la hipótesis explicativas o causales, para así observar las causas efectos y relaciones de estos componentes con otros. (Martínez Abre et al., 2015)

### ***Técnicas e Instrumentos de Investigación.***

#### **Técnicas.**

- **Encuesta:** Mediante la aplicación de una ficha de datos generales para recolectar información característica de los sujetos de estudio.

- **Test:** Mediante la aplicación de pruebas se recolectará los datos requeridos para la investigación tanto de la capacidad aeróbica como de la capacidad pulmonar.

### **Instrumentos.**

- Ficha de recolección de datos de caracterización.
- Espirometría.
- Test de marcha estacionaria de 2 minutos.

### ***Validación de Instrumentos.***

#### **Test de Marcha Estacionaria de 2 minutos (TME'2).**

En el estudio realizado por Rikli y Jones, se evidencia que el test de marcha estacionaria de dos minutos presenta una buena confiabilidad en la prueba retest entre días (coeficiente de correlación intraclase = 0.90) también reportaron la validez convergente en relación con el tiempo de la prueba de caminata de 1 milla ( $r = 0.73$ ) y validez de grupo conocida (diferencias entre la edad de los grupos y entre mujeres que eran activas vs mujeres que tenían baja actividad). (Loterio Cárdenas & Parra, 2020)

#### ***Espirometría.***

La validación de un espirómetro nos referimos a conocer el grado de fiabilidad de los resultados que arroja este instrumento por lo que la espirometría se valida por medio de la calibración existen diversos métodos de calibración de acuerdo con el lapso de tiempo con la que es efectuada y de acuerdo también al tipo de aparato espirométrico que se emplea para la evaluación. (Romero de Ávila Cabezón et al., 2017).

Los cuales son: Calibración estática (volumen). Calibración dinámica (descompresor explosivo). Calibración de la linealidad (generador de flujos). Calibración de la velocidad de registro. Control de ausencia de fugas en el circuito espirométrico. Control periódico del perfecto funcionamiento del "software". (Romero de Ávila Cabezón y otros, 2017)

Además, en un estudio realizado a 520 pacientes con y sin obstrucción bronquial se definieron los valores normales mediante el intervalo de confianza del 95% (IC) utilizando la ecuación de Morris para la espirometría, y la de la European Respiratory Society (ERS) para capacidad pulmonar. Las espirometrías fueron catalogadas como obstructivas cuando la  $VEF1/CVF$  fueron  $< 70\% + VEF1$  menor al límite inferior por IC. La sensibilidad y especificidad fueron 42.2% y 94.3% respectivamente en los sujetos que no tenían patrones obstructivos, el valor predictivo negativo de 86.6% y el VP positivo de 65.2%, en cambio en los pacientes con patrones obstructivos la sensibilidad aumentó al 75.8% con una especificidad de 65.9%. El VPP disminuyó a 57.8% y el VPN fue 81.5% por lo que es aceptable realizar esta prueba para detectar estas afecciones pulmonares, sin embargo, el hallazgo de una CVF disminuida como evidencia de restricción requiere para una exacta determinación de la restricción la medición de la capacidad pulmonar total (CPT). (Romero de Ávila Cabezón et al., 2017).

### ***Análisis de Datos***

Los resultados obtenidos en la siguiente investigación se registraron en una base de Excel para posteriormente describirlos mediante tablas de frecuencia, porcentaje y promedios, valores que serán analizaron.

## Capítulo IV

### Análisis e Interpretación de Datos.

**Tabla 4.**

*Caracterización de la muestra según su edad.*

<b>Edad</b>	<b>Media</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
> 65 años	78 años	65 años	92 años

La investigación realizada a 30 adultos mayores expuestos al humo de biomasa en la parroquia Cahuasquí, Urcuquí, arrojó resultados en cuanto a la distribución de la muestra según edad, con una media de edad de 78 años, la cual se encuentra entre un valor máximo de 92 años y un mínimo de 65 años.

Los resultados obtenidos de la investigación se relacionan con los datos de la distribución poblacional actualizada del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en el que indica que la Parroquia de Cahuasquí de acuerdo a la edad, el rango de 65 años en adelante, representa el 15,22% de la población total que corresponde a 276 adultos mayores, por lo que en este grupo poblacional predomina una media de edad de 75-79 años, evidenciando así, una similitud con los datos obtenidos en este estudio. (Peñañiel, 2020).

**Tabla 5.**

*Caracterización de la muestra según su sexo.*

<b>Sexo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Masculino	9	28,1%
Femenino	23	71,9%
<b>Total</b>	32	100%

Los datos reflejados en cuanto al género de los sujetos de estudio muestran que de un total de 32 adultos mayores de la parroquia Cahuasquí que formaron parte de la investigación, existe un mayor predominio del sexo femenino con un 71,9% correspondiente a 23 sujetos de estudio, mientras que el sexo masculino con un 28,1 % que corresponde a 9 sujetos de estudio.

De acuerdo con la información de la distribución poblacional actualizada del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), indica que en la parroquia de Cahuasquí conformada por 1.813 habitantes, de los cuales 877 son mujeres y 936 hombres, lo que corresponde el 48% a la población femenina y 52% la población masculina siendo esta la más dominante, por lo cual los valores no se relacionan con el estudio, ya que en la presente investigación el sexó con mayor predominio es el femenino. (Peñañiel, 2020).

Estos datos tienen relación con un estudio de Sood et al, en 2010, conformado por 1.861 sujetos, el 27,7% correspondiente a 515 sujetos reportaron exposición al humo de leña y de este grupo el 82,5% (425) fueron mujeres y el 17,5% (90) hombres, datos que reflejan que la exposición al humo de biomasa según sexo tiene mayor predisposición en el sexo femenino que en el masculino, resultados similares a lo obtenido en esta investigación. (Sood et al., 2010)

**Tabla 6.**

*Caracterización de la muestra según su índice de masa corporal.*

<b>IMC</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Bajo peso	5	15,6%
Peso normal	12	37,5%
Sobrepeso	15	46,9%
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>100%</b>

De los datos recolectados a los sujetos de estudio sobre la variable índice de masa corporal (IMC) se encontró un predominio de sobrepeso con un 46,9% en 15 sujetos de estudio, seguido del peso normal con un 37,5% en 12 sujetos de estudio y finalmente 5 sujetos de estudio de bajo peso con un 15,6% del total de la muestra de estudio.

Los datos obtenidos de la muestra de estudio coinciden considerablemente con un estudio de Torres en 2016, en el que la EPOC por humo de leña (EPOC-L) predomina en mujeres por su dedicación más frecuente al oficio de cocinar, y resalta la observación de que las mujeres con EPOC-L son de menor estatura y mayor índice de masa corporal (IMC) que las mujeres con EPOC-T (por tabaco), debido a que la mayor parte de las mujeres con EPOC-L son de origen rural y de mayor edad; lo que demuestra que este grupo poblacional el sobrepeso está relacionado con la estatura de las zonas rurales y la mayor edad con predisposición al EPOC, como sucede en la parroquia rural de Cahuasquí, donde los adultos mayores tienen sobrepeso y son de baja altura, representan un grupo dominante. (Torres Duque et al., 2016)



**Tabla 7.**

*Caracterización de la muestra de estudio de acuerdo a los años de exposición al humo de biomasa.*

<b>Años de Exposición</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
21-30	3	9,4%
31-40	6	18,7%
41-50	10	31,3%
51-60	7	21,8%
61-70	3	9,4%
71-80	3	9,4%
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>100%</b>

De acuerdo a los datos recolectados de los años de exposición a biomasa, se observa un predominio de los rangos de 41 a 50 años con un 31,3%, seguido del rango de 51 a 60 con un 21,8%, el rango de 31 a 40 con un 18,7% y finalmente con un 9,4% los rangos de años de exposición de 21 a 30, de 61 a 7 y de 71 a 80 años del total de la muestra de los sujetos de estudio. Datos que reflejan que en toda la muestra prepondera los años de exposición entre los 41 a 50 años.

Los resultados se relacionan con los datos publicados por el INEC, para el año 2010, el 7% de la población a nivel nacional, que representa a 259 216 hogares, utilizó leña como combustible para cocinar, sin considerar que en las ciudades también demandan leña y carbón vegetal en actividades productivas como restaurantes, asaderos, panaderías, entre otros; lo que demuestra que el Ecuador es uno de los países con alta demanda de leña utilizada como combustible en muchos hogares asentados sobre todo en áreas rurales. Como sucede en esta investigación, en la parroquia Cahuasquí al ser rural, los sujetos de estudio utilizaron la mayor parte de su vida la leña/biomasa

para cocinar y como calefacción del hogar, por lo que los adultos mayores tienen un predominio de exposición de 50 años en adelante. (INEC, 2010)

Los datos obtenidos se relacionan con el estudio de Caballero et al, en Colombia 2007, realizado en cinco ciudades con 5.539 personas, indica que el uso de biomasa por más de 10 años estaba asociado a EPOC, independientemente de sexo, edad, ser fumador activo y exposición a carbón. Por otro lado, en un estudio de Sood et al, en Nuevo México, se demostró un aumento lineal del riesgo de padecer enfermedad obstructiva a mayor tiempo de exposición al humo de biomasa. Información que se relaciona con la actual investigación, ya que los sujetos de estudio tienen una exposición de más 50 años por lo que existe la predisposición de esta enfermedad. (Caballero et al., 2007)

**Tabla 8.**

Identificación del nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio, según sexo.

<b>Capacidad Aeróbica</b>	<b>Masculino</b>		<b>Femenino</b>		<b>Total</b>	
	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>
Normal	5	15,6%	9	28,1%	14	43,7%
Zona de riesgo	4	12,5%	14	43,8%	18	56,3%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>28,1%</b>	<b>23</b>	<b>71,9%</b>	<b>32</b>	<b>100%</b>

La capacidad aeróbica según sexo presento que en el género masculino un predominio del nivel normal de capacidad aeróbica con un 15,6%, seguido del nivel en zona de riesgo con un 12,5%, mientras que en el sexo femenino predomina la zona de riesgo con 43,8% y el nivel normal con un 28,1%. Por lo tanto, existe un predomina la capacidad aeróbica en zona de riesgo con 56,3%, seguido de una capacidad aeróbica normal con 43,7% del total de toda la muestra.

Los datos obtenidos se relacionan con el estudio de Correa Bautista en 2011, en el que se evaluó la capacidad aeróbica mediante el test de marcha estacionaria de 2 minutos a 344 mujeres en edades entre 60 y 87 años, con el 18,9 % un nivel excelente de VO<sub>2</sub> máx., el 53,2 % en bueno y un 27,9 % en malo, lo que demuestra que este grupo poblacional la capacidad aeróbica predominio del nivel en zona de riesgo en más de la mitad de la muestra de estudio, seguido del nivel normal; datos que coinciden con la presente investigación en que las mujeres predominan en zona de riesgo, esto por los propios cambios del envejecimiento, la exposición al humo de biomasa durante varios años, además de la ausencia de una práctica regular de ejercicio. (Correa Bautista et al., 2011)

**Tabla 9.**

*Identificación de la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio, según sexo.*

<b>Patrón Espirométrico</b>	<b>Masculino</b>		<b>Femenino</b>		<b>Total</b>	
	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>
<b>Normal</b> FEV1/FVC normal (>70%)	4	12,5%	8	25%	12	37,5%
<b>Obstructivo</b> FEV1/FVC < 70%	4	12,5%	12	37,5%	16	50%
<b>Restrictivo</b> FVC <80%	1	3,1%	3	9,4%	4	12,5%
<b>Mixto</b> FVC, FEV1, FEV1/FVC disminuido	-	0%	0	0%	0	0%
<b>Total</b>	9	28,1%	23	71,9%	32	100%

Los resultados presentan un dominio en el sexo masculino del patrón normal con 12,5% y el patrón obstructivo con 12,5%, seguido del patrón restrictivo con un 3,1%, mientras que en el sexo femenino prevalece el patrón obstructivo con 37,5% seguidamente del patrón normal con el 25% y el patrón restrictivo con 9,4%. Por lo tanto, un predominio del patrón obstructivo con el 50%, el patrón normal con 37,5% y el patrón restrictivo con 12,5%, del total de la muestra.

Los patrones espirométricos de acuerdo al estudio de Baran Balcán et al, en 115 mujeres expuestas al humo de biomasa, el 23,8% presentaron enfermedades de vías respiratorias pequeñas, el patrón obstructivo con 19,1%, el restrictivo con 13% y 55,9% sin ninguna afección pulmonar, demostrando que en este grupo existe un dominio del patrón normal, y el patrón obstructivo predomina entre los patrones espirométricos alterados, por lo que se relacionan con los datos obtenidos en esta investigación, con dominio del patrón normal en los hombres y el obstructivo en las mujeres. (Balcán et al., 2016)

**Tabla 10.**

*Evaluación del nivel de gravedad de los patrones espirométricos de los sujetos de estudio, según sexo masculino.*

<b>Sexo Masculino</b>						
<b>Patrón Espirométrico</b>	<b>Obstrutivo</b>		<b>Restrictivo</b>		<b>Total</b>	
	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>
Leve	1	20%	1	20%	2	40%
Moderado	3	60%	-	0%	3	60%
Severo	-	0%	-	0%	-	0%
<b>Total</b>	4	80%	1	3,1%	5	100 %

Los valores obtenidos de acuerdo al nivel de gravedad según los patrones espirométricos alterados, en el sexo masculino dentro del patrón obstructivo, sobresale el nivel moderado con un 60%, seguido del nivel leve con un 20%, mientras que en el patrón restrictivo predomina el nivel leve con un 20%. Por ende, existe un predominio del nivel moderado con un 60%, seguido del nivel leve con un 40%, mientras que el nivel severo no se presenta del total de la muestra.

Los datos se relacionan con el estudio de Torres Duque del año 2016, en el cual manifiesta que los hombres expuestos al humo de leña durante más de 10 años tienen mayor riesgo de padecer EPOC, considerando que a mayor exposición mayor es el nivel de gravedad, información que se relaciona con la presente investigación debido a que de los sujetos de estudio de sexo masculino tienen una exposición de 31 a 40 años, por lo que presentan patrones espirométricos obstruidos con nivel de gravedad moderada. (Torres Duque et al., 2016)

**Tabla 11.**

*Evaluación del nivel de gravedad de los patrones espirométricos de los sujetos de estudio, según sexo femenino.*

<b>Sexo Femenino</b>						
<b>Patrón Espirométrico</b>	<b>Obstructivo</b>		<b>Restrictivo</b>		<b>Total</b>	
	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>
Leve	4	26,6%	1	6,7%	5	33,3%
Moderado	7	46,7%	2	13,3%	9	60%
Severo	1	6,7%	-	0%	1	6,7%
<b>Total</b>	12	80%	3	20%	15	100%

De acuerdo a los valores obtenidos sobre el nivel de gravedad de los patrones espirométrico según el sexo femenino, se encontró que en el patrón obstructivo predomina el nivel de gravedad moderado con un 46,7%, seguido del nivel leve con 26,6% y el nivel severo con un 6,7%; de igual manera en el patrón restrictivo prepondera el nivel de gravedad moderado con un 13,3%, seguido del nivel leve con 6,7%. Por lo cual, del total de la muestra predomina el nivel moderado con un 60%, seguido del nivel leve con 33,3% y finalmente el nivel severo con 6,7%.

Los datos presentados tienen relación con el estudio realizado por Barán Balcan et al, en 2018, en 424 mujeres expuestas al humo de biomasa, con un dominio del 73% la obstrucción moderada y el 27% una obstrucción severa, lo que demuestra que en te grupo de estudio predomina el patrón obstructivo moderado, datos que se relacionan con los obtenidos en la investigación, ya que en las mujeres de la parroquia Cahuasquí prepondera el patrón obstructivo con niveles de gravedad moderados y con menor porcentaje el nivel de gravedad severo (Balcán et al., 2018)

## **Respuestas a las preguntas de Investigación.**

- **¿Cuáles son las caracterizar a los sujetos de estudio según edad, sexo, IMC y años de exposición al humo de biomasa?**

De acuerdo a la investigación realizada a 32 adultos mayores de la Parroquia Cahuasquí expuestos al humo de biomasa en cuanto a la distribución de la muestra según edad, con una media de edad de 78 años, la cual se encuentra entre un valor máximo de 92 años y un mínimo de 65 años. Con respecto al sexo, existe un mayor predominio del sexo femenino con un 71,9% correspondiente a 22 sujetos de estudio, mientras que el sexo masculino con un 28,1 % que corresponde a 8 sujetos de estudio. En cuanto al índice de masa corporal (IMC) se encontró un predominio de sobrepeso con un 46,9% en 15 sujetos de estudio, seguido del peso normal con un 37,5% en 12 sujetos de estudio y finalmente los 5 sujetos de bajo peso con un 15,6% del total de la muestra de estudio. Finalmente, de acuerdo a los años de exposición a biomasa, predominio de los rangos de 41 a 50 años con un 31,3%, seguido del rango de 51 a 60 con un 21,8%, el rango de 31 a 40 con un 18,7% y finalmente con un 9,4% en los rangos de 21 a 30 años, de 61 a 7 años y de 71 a 80 años del total de la muestra de los sujetos de estudio.

- **¿Cuál es el nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio, según sexo?**

De acuerdo a los datos obtenidos de la evaluación del nivel de capacidad aeróbica a los sujetos de estudio según el sexo, se evidencia en el sexo femenino un predominio del nivel en zona de riesgo con 43,8% y un nivel normal con 28,1%, mientras que el sexo masculino se evidencia un predominio del nivel normal de capacidad aeróbica con un 15,6%, seguido del nivel en zona de riesgo con un 12, 5%. Por lo tanto, existe un predominio del nivel de capacidad aeróbica en zona

de riesgo con 56,3%, seguido de una capacidad aeróbica normal con 43,7% del total de toda la muestra de estudio.

➤ **¿Cuál es la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio, según sexo?**

Los resultados de capacidad pulmonar según sexo indican que existe un predominio del patrón normal y obstructivo con 12,5% cada uno en el sexo masculino, mientras que en el sexo femenino predomina el patrón obstructivo 37,5% seguido del patrón normal con el 25%. Por lo tanto, del total de la muestra de 32 sujetos de estudio expuestos al humo de biomasa, presentan un predominio del patrón obstructivo del 50%, seguido por 12 sujetos con patrón normal del 37,5% y el patrón restrictivo con 12,5% que representa a 4 sujetos de estudio.

Los valores obtenidos de acuerdo al nivel de gravedad según los patrones espirométricos alterados, en el sexo masculino en el patrón obstructivo sobresale el nivel moderado con un 60%, mientras que en el patrón restrictivo predomina el nivel leve con un 20%, por ende, existe un predominio del nivel moderado con un 60%, seguido del nivel leve con un 40%. Por su parte, en el sexo femenino en los sujetos de estudio con patrón obstructivo predomina el nivel de gravedad moderado con un 46,7%, seguido el nivel leve con 26,6% y el nivel severo con un 6,7%, mientras que, en el patrón restrictivo se evidencio principalmente un nivel moderado con 13,3% seguido del nivel leve con 6,7. Por lo cual, del total de la muestra de estudio presenta una prevalencia del nivel de gravedad moderado principalmente en el patrón obstructivo.



## Capítulo V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### *Conclusiones*

La caracterización de los sujetos de estudio evidenció una media de edad de 78 años, con predominio del sexo femenino e índice de masa corporal correspondiente a sobrepeso, en su mayoría presentan hasta cincuenta años exposición al humo de biomasa.

Por su parte en la capacidad aeróbica de los sujetos de estudio de acuerdo al sexo, se evidenció que las mujeres se encuentran en un nivel de zona de riesgo, mientras que los hombres se encuentran en un nivel de capacidad aeróbica normal.

En cuanto a la capacidad pulmonar reflejó predominio del patrón obstructivo principalmente en mujeres, con un nivel de gravedad moderado; mientras que en los hombres se identificó que tanto el patrón normal, como el patrón obstructivo se presentaron con un nivel de gravedad leve.

### ***Recomendaciones***

La principal recomendación es realizar un seguimiento de aquellas personas identificadas con un patrón espirométrico obstructivo y restrictivo con la finalidad de ofrecer una adecuada atención médica y de rehabilitación, para ayudar a mejorar su calidad de vida y evitar la cronicidad de las enfermedades.

Desarrollar protocolos de prevención y promoción de la salud, proporcionando ejercicios respiratorios, seguimiento médico y la concientización del cambio de la biomasa por combustibles más limpios o cocinas de inducción, con la finalidad de mantener el funcionamiento del sistema respiratorio de este grupo vulnerable.

Es recomendable realizar más investigaciones en personas expuestas a sustancias perjudiciales para la salud como el humo de biomasa de tipo vegetal en las comunidades rurales del cantón Urcuquí, para así garantizar un diagnóstico temprano de posibles enfermedades respiratorias y prevenir el riesgo de exposición en niños y adolescentes.

## Referencias Bibliográficas

- Abad Colil, F., Ramírez Vélez, R., Fernandes Da Silva, S., y Ramirez Campillo, R. (2019). Importancia del sexo/género y su distinción en la investigación biomédica. *Hacia la Promoción de la Salud*, 24(2), 11-13. <https://doi.org/https://doi.org/10.17151/hpsal.2019.24.2.2>
- Acosta Reynoso, I. M., Remón Rodríguez, L., Segura Peña, R., Ramírez Ramírez, G., y Carralero Rivas, Á. (2016). Factores de riesgo en el cáncer de pulmón. *Correo Científico Médico*, 20(1), 42-55. [https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1560-43812016000100005&lng=es&tlng=es](https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812016000100005&lng=es&tlng=es)
- Adeloye, D., Basquill, C., Papan, A., Chan, K. Y., Rudan, I., y Campbell, H. (febrero de 2015). Una estimación de la prevalencia de la EPOC en África: un análisis sistemático. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 12(1), pp. 71-81. <https://doi.org/10.3109/15412555.2014.908834>. Epub 2014 Jun 19. PMID: 24946179
- Álvarez Gutiérrez, F., Barchilón Cohen, V., Casas Maldonado, F., Compán Bueno, M., Entrenas Costa, L., Fernández Guerra, J., . . . González Jiménez, A. (2009). Documento de consenso sobre Espirometría en Andalucía. *Revista Española de Patología Torácica*, 21(2), 116-132. [https://doi.org/10.1016/S1138-3593\(09\)72845-X](https://doi.org/10.1016/S1138-3593(09)72845-X)
- Amorín Kajatt, E. (2013). Cáncer de pulmón, una revisión sobre el conocimiento actual, métodos diagnósticos y perspectivas terapéuticas. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 30(1), 85-92. [https://doi.org/http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342013000100017&lng=es&tlng=es](https://doi.org/http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342013000100017&lng=es&tlng=es)

- Asenjo, C. A., y Pinto, R. A. (enero de 2017). Características anátomo-funcional del aparato respiratorio durante la infancia. *Revista Médica Clínica Condes*, 28(1), 7-19. <https://doi.org/https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-caracteristicas-anatomo-funcional-del-aparato-respiratorio-S0716864017300020>
- Balcán, B., Akan, S., Ozsancak Ugurlu, A., Ozcelik Handemir, B., Bagci Ceyhan, B., y Özkaya, S. (19 de julio de 2016). Efectos del humo de biomasa en las funciones pulmonares: un estudio de casos y controles. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, pp. 11:1615-22. <https://doi.org/10.2147/COPD.S109056>
- Balcán, B., Akan, S., Özsancak Uğurlu, A., y Ceyhan, B. (junio de 2018). Funciones pulmonares alteradas por humo de biomasa en una población rural de mujeres turcas: un estudio descriptivo. *Tuberk Toraks*, 66(2), pp. 122-129. <https://doi.org/10.5578/tt.54027>
- Benítez Pérez R, T. B. (2019). Espirometría: recomendaciones y procedimiento. *NCT Neumol Cir Tórax*, 78(S2), 97-112. <https://doi.org/10.35366/NTS192C>
- Caballero, A., Torres Duque, C., Jaramillo, C., Bolívar, F., y Fernando, S. (2007). Prevalence of COPD in five Colombian cities situated at low, medium, and high altitude (PREPOCOL study). *Chest*, 133(2), 343-9. <https://doi.org/10.1378/cofre.07-1361>
- Castillo Garzón, M., Ruiz, J., Ortega, F., y Gutierrez Sainz, A. (2007). A Mediterranean diet is not enough for health: Physical fitness is an important additional contributor to health for the adults of tomorrow. *World Rev Nutr Diet*, 97, 114-138. <https://doi.org/10.1159/000097913>
- Centros para el control y la prevención de enfermedades. (2007). *Guía de Niosh sobre entrenamiento en espirometría*. División de Estudios de Enfermedades Respiratorias ,

Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional/ NIOSH , Departamento de Vigilancia Epidemiológica , México.

Chatterjee, S., Chatterjee, P., Mukherjee, P. S., y Bandyopadhyay, A. (junio de 2004). Validity of Queen's College step test for use with young Indian men. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 284-91. <https://doi.org/10.1136/bjism.2002.002212>

Cienfuegos Agustín, I., y De la Torre Carazo, S. (2011). Volúmenes pulmonares. En F. García Río, y M. A. Gómez Mendieta, *Exploración funcional respiratoria*. (Vol. XVIII, pp. 31-44). Madrid: Monografía NeumoMadrid.

Correa Bautista, J., Gámez Martínez, E., Ibáñez Pinilla, M., y Rodríguez Daza, K. (junio de 2011). Aptitud física en mujeres adultas mayores vinculadas a un programa de envejecimiento activo. *Rev. Univ. Ind. Santander. Salud*, 43(3), 263-270.

de Lucas, A. I., y del Peso, C. (2012). *Biomasa, biocombustibles y sostenibilidad*. (Vol. 13). Madrid: Graficolor-Palencia S.L.  
<http://sostenible.palencia.uva.es/system/files/publicaciones/Biomasa%2C%20Biocombustibles%20y%20Sostenibilidad.pdf>

Del Cid, A., Méndez, R., y Sandoval, F. (2011). *Investigación fundamentos y metodología* (segunda ed.). (M. Núñez Víquez, Ed.) México: Pearson Educación.  
<https://josedominguezblog.files.wordpress.com/2015/06/investigacion-fundamentos-y-metodologia.pdf>

Estrada, H. G. (2008). *EPOC Diagnóstico y tratamiento Integral. Con énfasis en la rehabilitación pulmonar*. (Tercera ed.). Editorial Médica Panamericana.  
<https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=bVz3C1RKju4C&pg=PR9&lpg=P>

R9&dq=NEUMOLOGIA+DE+BOGOTA+REHABILITACION+PULMONAR&source=bl&ots=-1R-0GLyRY&sig=IWCoxPOMTqZ-cEQ\_-CE0SX\_mV3U&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwieuvf119rYAhUHn1MKHXqpD2sQ6AEIZzAJ#v=onepage&q=NEUMOLOGIA%2

Fernández Espinosa, A. M., y Pérez de la Plaza, E. (2017). Aparato respiratorio. Procedimientos relacionados. En A. M. Fernández Espinosa, y E. Pérez de la Plaza, *Técnicas básicas de enfermería*. (Segunda ed., p. 515). McGraw-Hill Ciclos Formativos. <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448610377.pdf>

GAD Municipal de Urcuquí. (2022). Retrieved 13 de septiembre de 2022, from Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Urcuquí: <https://www.urcuqui.gob.ec/parroquia-de-cahuasqui/#:~:text=Cahuasqu%C3%AD%2C%20es%20seg%C3%BAAn%20el%20Fraile,doctrina%20cristiana%20y%20200%20ni%C3%B1os.>

Galvis Rincón, J. C., Mejía Cano, J. E., y Espinosa De La Ossa, P. J. (julio de 2020). Correlación del queen's college step test y ergoespirometría para estimación de Vo<sub>2</sub> max. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.*, 2(9), pp. 94-107. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2020.v9i2.6706>

García Araque, H. F., y Gutiérrez Vida, S. E. (abril-junio de 2015). Aspectos básicos del manejo de la vía aéreas. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 38(2), 98-107. <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2015/cma152e.pdf>

García Río, F., Calle, M., Burgos, F., Casan, P., Del Campo, F., Galdiz, J., . . . Puente Maestu, L. (abril-mayo de 2013). Espirometría. *Arch Bronconeumol*, 49(9), 388-401. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2013.04.001>

García Talavera, I., Díaz Lobato, S., Bolado, P. R., y Villasante, C. (1992). Músculos respiratorios. *Archivos de Bronconeumología*, 28(5), 239-246. [https://doi.org/10.1016/S0300-2896\(15\)31335-1](https://doi.org/10.1016/S0300-2896(15)31335-1)

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Cahuasquí. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Cahuasquí 2015-2019*. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Cahuasquí, Urcuquí - Imbabura.

Gobierno de la República del Ecuador. (2008). Retrieved 15 de Septiembre de 2022, from Constitución de la República del Ecuador 2008: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador.pdf>

Gobierno Nacional del Ecuador. (2021). Retrieved 15 de Septiembre de 2022, from Ley Orgánica del sistema nacional de contratación pública: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/LEY-ORG%C3%81NICA-DE-SALUD4.pdf>

Gobierno Republica del Ecuador. (2011). Retrieved 15 de Septiembre de 2022, from Plan de Desarrollo Humano: <http://www.eeq.com.ec:8080/documents/10180/36483282/PLAN+NACIONAL+DE+DESARROLLO+2021-2025/2c63ede8-4341-4d13-8497-6b7809561baf>

Golpe Gómez, R. (2018). La enfermedad pulmonar obstructiva crónica por inhalación de humo de biomasa existe en España. *PubEPOC*(18), 5-10.

[https://doi.org/http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342014000100014&lng=es&tlng=e](https://doi.org/http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342014000100014&lng=es&tlng=e)

González Valero, G., Zurita Ortega, F., San Román Mata, S., Pérez Cortés, A., Puertas Molero, P., y Chacón Cuberos, R. (julio de 2018). Análisis de la capacidad aeróbica como cualidad esencial de la condición física de los estudiantes: Una revisión sistemática. *Retos*, 34, 395-402. <https://doi.org/https://doi.org/10.47197/retos.v0i34.58278>

González, M., Páez, S., y Jaramillo, C. (2004). Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) por humo de leña en mujeres. Comparación con la EPOC por tabaquismo. *ACTA MED COLOMB*, 29(1).

Gordillo Hernández, A., Acosta Herrera, B., y Valdés Ramírez, O. (septiembre-octubre de 2018). Etiología viral de las infecciones agudas del tracto respiratorio inferior en Cuba. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 22(5), 651-676. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=211161292004>

Gutiérrez Clavería M, B. W. (2006). Espirometría: Manual de procedimientos. *Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 23(1), 31-42. [https://doi.org/https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-73482007000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://doi.org/https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482007000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=en)

Gutiérrez, C. M. (2007). Reflexiones sobre los estudios de función pulmonar en nuestra práctica clínica. *Rev Chil Enfermedades Respir*, 23(3), 157-159. [https://doi.org/https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-73482007000300001](https://doi.org/https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482007000300001)

Herguedas A, T. C. (2012). Biomasa, biocombustibles y sostenibilidad. *Transbioma*, 13, 105-109.



Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (sexta ed.). México: McGRAW Hill Education.

Herrera Sevilla, C., y Morales Carrera, N. (2015). Factores que influyen sobre la capacidad de resistencia aeróbica, determinado por el consumo máximo de oxígeno en los adolescentes que cursan los tres niveles de bachillerato en el Colegio Nacional Cumbayá durante el período junio- julio del año 2015. *DSpace Software*.

INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Censo de Población y Vivienda: [www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/)

López Campos, J., Fernández Villar, A., Calero Acuna, C., Represas Represas, C., López Ramírez, C., Virginia Leiro Fernández, y Casamor, R. (2017). Exposición laboral y a biomasa en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica: resultados de un análisis transversal del estudio On-Sint. *Arch Bronconeumol*, 53(1), pp. 7-12.

Lopez, M., Mongilardi, N., y Checkley, W. (2014). Enfermedad pulmonar obstructiva crónica por exposición al humo de biomasa. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 31(1), 94-9.

Lotero Cárdenas, L., y Parra, J. (2020). Test de Marcha Estacionaria de 2 minutos – Scoping Review de Estudios Latinoamericanos. *Universidad Del Valle*, p. 54.

Lugmaña, G., y Yunga, J. (2013). Anuario de Estadísticas Hospitalarias Camas y Egresos 2013. *Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)*, p. 417.

Martínez Abre, J., Soler Cárdenas, S. F., Benet Rodríguez, M., González Ferrer, V., y Iglesias Durruthy, M. (septiembre-octubre de 2015). Consideraciones acerca los métodos estadísticos y la investigación en salud. *Revista Médica Electrónica*, 37(5), pp. 514-522.

- Martínez Aguilar N, V. C. (2017). Inmunopatología de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Scielo*, 64(3), 327-46.
- Martínez L, E. (1998). La Capacidad Aeróbica. *Educación Física y Deporte*, 7(1-2).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.17533/udea.efyd.4681>
- Melgarejo Pomar, I., Balanza Erquicia, E., Gómez Mendivil, J., Torrez Colmena, L., y Riveros Gonzales, L. (2021). Caracterización de la función cardiorrespiratoria y su relación con el estrés oxidativo en mujeres expuestas al humo de leña residentes de gran altura (3850 m s. n. m.). *Horizonte Médico*, 21(3).
- Ministerio de Salud Pública. (julio de 2012). Ecuador Saludable, Voy por ti - Base Legal. *Constitución de la República del Ecuador*(742).
- Montoya Rendon, M., Zapata Saldarriaga, P., y Correa Ochoa, M. (enero-febrero de 2013). Contaminación ambiental por material particulado dentro y fuera del domicilio y capacidad respiratoria en Puerto Nare Colombia. *Revista de Salud Pública*, 15(1), pp. 103-115.
- MSP CHILE. (2020). Retrieved 15 de Septiembre de 2022, from Epidemiología EPOC: <https://diprece.minsal.cl/garantias-explicitas-en-salud-auge-o-ges/guias-de-practica-clinica/enfermedad-pulmonar-obstructiva-cronica-de-tratamiento-ambulatorio/descripcion-y-epidemiologia/>
- Newland, A. A., Nguyen, K., Wilson, S. J., y Kine, P. D. (2005). La prueba de pasos de Queen's College y su validez de la predicción de VO (2max) en mujeres jóvenes sanas. *Exerc Sci Res Lab*, 121(1).

- Oh, Y.-M., Bhome, A., Boonsawat, W., Dias Gunasekera, K., Madegedara, D., Idolor, L., . . . Kuo, H. P. (enero de 2013). Características de los pacientes estables con enfermedad pulmonar obstructiva crónica en las consultas de neumología de siete ciudades asiáticas. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 8, pp. 31-39. <https://doi.org/https://doi.org/10.2147/COPD.S36283>
- Olloquequi G, J., Jaime J, S., Parra R, V., Muñoz V, C., Muñoz G, A., Lastra F, F., . . . Silva O, R. (diciembre de 2017). Caracterización general de los pacientes con EPOC de la Región del Maule: resultados preliminares del estudio MaulePOC. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 33(4), pp. 284-292.
- Padukudru Anand, M., Larsson, K., Johanson , G., Phuleria, H., Ravindra , V., Ernstgård, L., . . . Ganguly, K. (septiembre de 2020). Enfoques clínicos, epidemiológicos y experimentales para evaluar los resultados adversos para la salud de la exposición al humo de biomasa en interiores: conclusiones de un taller indo-sueco en Mysuru, enero de 2020. *Toxicis*, 8(3).
- Parreño Urquiza, Á. (2016). *Metodología de la Investigación en Salud*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Peñañiel, P. (2020). Cahuasquí Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. *SEPAD*, 161.
- Pró, E. A. (2012). *Anatomía Clínica* (1 ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Quintero González, J. R., y Quintero, L. E. (enero de 2015). Biomasa: Métodos de producción, potencial energético y medio ambiente. *Revista I3+*, 2(2), 28 - 44.

- Ramírez Roldán, S. (enero-marzo de 2022). Enfermedad Pulmonar Obstructiva crónica y cocción de alimentos con biomasa: Un problema transdisciplinar. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 21(1), 36-42. <https://doi.org/https://doi.org/10.29105/respyn21.1-5>
- Ramírez Venegas, A., Torres Duque, C. A., Guzmán Bouilloud, N. E., González García, M., y Sansores, R. (2019). Enfermedad de las vías aéreas pequeñas en la EPOC asociada a la exposición a biomasa. *Revista de Investigación Clínica*, 71(1), pp. 70-78.
- Rebecca, D. (2019). Cavidad torácica - Trastornos del pulmón y las vías respiratorias. *Manual MSD versión para público general*.
- Rodríguez Ávila, N. (enero-abril de 2018). Envejecimiento: Edad, Salud y Sociedad. *Horizonte Sanitario*, 17(2), 87-88. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-74592018000200087](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74592018000200087)
- Rodríguez Valdés, S., Donoso Riveros, D., Sánchez Peña, E., Muñoz Cofré, R., Conei, D., Del Sol, M., y Escobar Cabello, M. (2019). Uso del índice de masa corporal y porcentaje de grasa corporal en el análisis de la función pulmonar. *Int. J. Morphol.*, 37(2), pp. 592-599.
- Romero de Ávila Cabezón, G., González Rey, J., Rodríguez Estévez, C., Timiraos Carrasco, R., Molina Blanco, A., Galego Riádigos, I., . . . Pérez Amor, R. (2017). Las 4 reglas de la espirometría. *Cadernos de Atención Primaria*, 20(7), pp. 7-50.
- Romero Salvador, A. (2010). Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles. *Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fís.Nat. (Esp)*, 104(2), pp. 331-345.

- Sada Ovalle, I., Ocaña Guzmán, R., y Torre Bouscoulet, L. (2015). Humo de biomasa, inmunidad innata y *Mycobacterium tuberculosis*. *NCT Neumol Cir Tórax.*, 74(2), 118-26.  
<https://doi.org/10.35366/60424>
- Salinas Callejas, E., y Gasca Quezada, V. (2009). Los biocombustibles. *El Cotidiano*(157), 75-82.
- Sana, A., Somda, S., Meda, N., y Bouland, C. (enero de 2018). Enfermedad pulmonar obstructiva crónica asociada con el uso de combustible de biomasa en mujeres: una revisión sistemática y metanálisis. *Investigación respiratoria abierta de BMJ* , 5.  
<https://doi.org/10.1136/bmjresp-2017-000246>
- Sánchez, T., y Concha, I. (2018). Estructura y funciones del sistema respiratorio. *Neumología Pediátrica*, 13(3), pp. 101-106.
- Silva, R., Oyarzún, M., y Olloquequi, J. (enero de 2015). Mecanismos patogénicos en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica causada por exposición a humo de biomasa. *Arch Bronconeumol*, 51(6), pp. 285-292.
- Sologuren, N. (2009). Anatomía de la vía aérea. *Revista Chilena Anestesia*, 38(2), 78-83.
- Sood, A., Petersen, H., Blanchette, C., Meek, P., Picchi, M., Belinsky, S., y Tesfaigzi, Y. (2010). La exposición al humo de leña y la metilación del promotor del gen se asocian con un mayor riesgo de EPOC en fumadores. *Am J Respir Crit Care Med*, 182(9), 1098–1104.  
<https://doi.org/10.1164/rccm.201002-0222OC>
- Soto Carbajal, D. (2022). La contaminación intramuros del humo de biomasa. *Universidad Y Sociedad*, 14(S1), 396-402.  
<https://doi.org/https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2642>

- Talaminos A, M. E. (2018). Factores que afectan a la función pulmonar : una revisión bibliográfica. *Arch Bronconeumol*, 54(6), 327-32. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2018.01.030>
- Torres Duque, C., García, M., y González, M. (2016). Enfermedad pulmonar obstructiva crónica por humo de leña: ¿un fenotipo diferente o una entidad distinta? *ArchBronconeumol*, 52(8), 425–431. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2016.04.004>
- Torres Muro, H. (2011). Evaluación de Impacto Ambiental producido por el Uso de Leña en Zonas Rurales de la Región Tacna. *Revista Ciencia y Desarrollo*(13), 92-100. <https://doi.org/https://doi.org/10.33326/26176033.2011.13.285>
- Valenza, M. C., MartinMartin, L., Botella Lopez, M., Castellote Caballero, Y., Revelles Moyano, F., Serrano Guzman, M., . . . Valenza Demet, G. (febrero de 2012). La función pulmonar, factores físicos que la determinan y su importancia para el fisioterapeuta. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 14(2), pp. 83-89.
- Villacís, B., y Carrillo, D. (2011). Estadística Demográfica en el Ecuador: Diagnóstico y Propuesta. *Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)*, p. 86.
- West, J. (2005). *Fisiología Respiratoria* (séptima ed.). Editorial Médica Panamericana.

## Anexos

### Anexo 1. Aprobación del anteproyecto.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD**  
 UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 173-SE-33-CACES 2020  
 26 de octubre del 2020  
 Ibarra-Ecuador

#### Resolución Nro. 0467-HCD-FCCSS-2022

El Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica del Norte, en sesión ordinaria realizada el 10 de noviembre de 2022, considerando;

Que el Art. 226 de la Constitución de la República del Ecuador establece: "Las instituciones del Estado, sus organismos, dependencias, las servidoras o servidores públicos y las personas que actúen en virtud de una potestad estatal ejercerán solamente las competencias y facultades que les sean atribuidas en la Constitución y la ley. Tendrán el deber de coordinar acciones para el cumplimiento de sus fines y hacer efectivo el goce y ejercicio de los derechos reconocidos en la Constitución".

Que el Art. 350 de la Constitución indica: "El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo".

Que el Art. 355 de la Carta Magna señala: "El Estado reconocerá a las universidades y escuelas politécnicas autonomía académica, administrativa, financiera y orgánica, acorde con los objetivos del régimen de desarrollo y los principios establecidos en la Constitución (...)".

Que, el Art. 17 de la LOES, señala: "El Estado reconoce a las universidades y escuelas politécnicas autonomía académica, administrativa financiera y orgánica, acorde a los principios establecidos en la Constitución de la Republica (...)".

Que, mediante oficio 1749-D-FCS-UTN, con fecha 09 de noviembre de 2022, suscrito por el Dr. Widmark Báez Morales, Decano de la Facultad Ciencias de la Salud, dirigido a los Miembros del Honorable Consejo Directivo FCS, señala: "Para que se trate y se apruebe en el H. Consejo Directivo de la Facultad, adjunto Oficio 460-SD-FCS-UTN, suscrito por la MSc. Rocío Castillo, Subdecana de la Facultad, sugiere aprobar los anteproyectos de tesis de los estudiantes de la Carrera de Fisioterapia; luego que se han incorporado las correcciones:

ESTUDIANTE	TEMA	TUTOR/DIRECTOR
Salomé Janeth Miranda Cazar	"ACTUACION FISIOTERAPÉUTICA EN PACIENTE ONCOLÓGICO PULMONAR, CON ENFERMEDAD CEREBRO VASCULAR ISQUÉMICA, IBARRA 2022-2023".	MSc. Katherine Esparza
Jaramillo Puente Mauricio Sebastián	"ENTRENAMIENTO DE CORE Y CONTROL MOTOR EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO, EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI, 2022 - 2023".	MSc. Ronnie Paredes
Apugllon Yapud Michael Alejandro	"ENTRENAMIENTO DE CORE Y CONTROL MOTOR EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO, EN LA CIUDAD DE TULCÁN, 2022 - 2023".	MSc. Ronnie Paredes
Burbano Anrango Joselyn Estefanía	"ENTRENAMIENTO DE CORE Y CONTROL MOTOR EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO, EN LA CIUDAD DE IBARRA, 2022 - 2023".	MSc. Ronnie Paredes

31/10/2022



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 173-SE-33-CACES 2020

26 de octubre del 2020

Ibarra-Ecuador

ESTUDIANTE	TEMA	TUTOR/DIRECTOR
Vásquez Tinajero Milene Jimabel	"ANÁLISIS DE LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE FUTBOL, PROVINCIA DE IMBABURA 2022-2023".	MSc. Verónica Potosi
Suárez Bravo Anahí Mikaela	"ANÁLISIS DE LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE BALONCESTO, PROVINCIA DE IMBABURA 2022-2023".	MSc. Verónica Potosi
Guerra Cobagango Grace Carolina	"ANÁLISIS LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE CICLISMO DE RUTA, PROVINCIA DE IMBABURA, 2022 – 2023".	MSc. Verónica Potosi
Durango Sánchez Ximena Fernanda	"ANÁLISIS DE LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE ATLETISMO, PROVINCIA DE IMBABURA, 2022-2023".	MSc. Verónica Potosi
Vera Valencia Ingrid Lizbeth	"ANÁLISIS DE LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE TAEKWONDO, PROVINCIA DE IMBABURA 2022-2023".	MSc. Verónica Potosi
Paillocho Karen Lisbeth	"CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA SAN ROQUE, ANTONIO ANTE 2022-2023".	MSc. Cristian Torres
Bolaños León Odalys Dayana	"CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, PARROQUIA CAHUASQUÍ, URCUQUÍ 2022-2023".	MSc. Cristian Torres
Encalada Morocho Valeria Nicole	"CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, COMUNIDAD DE AGATO, OTAVALO 2022 – 2023".	MSc. Katherine Esparza
Lema Paredes Héctor Andrés	"CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, COMUNIDAD SAN FRANCISCO DE SIGSIPAMBA, PIMAMPIRO 2022 – 2023".	MSc. Katherine Esparza
Estévez Castillo Karla Vanessa	"CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA DE ANGOCHAGUA, IBARRA 2022-2023".	MSc. Katherine Esparza
Díaz Erazo Juan Francisco	"CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA COMUNIDAD ITALQUÍ, COTACACHI 2022-2023".	MSc. Cristian Torres

Que, mediante oficio 460-SD-FCS-UTN, de 08 de noviembre de 2022, suscrito por la MSc. Rocío Castillo Andrade, Subdecana de la Facultad de Ciencias de la Salud, dirigido al Dr. Widmark Báez Morales, Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud, señala: "Para que sea tratado en el Consejo Directivo, remito Oficio 107-CA-TFM-UTN, suscrito por la Magister Marcela Baquero, Coordinadora Carrera Fisioterapia: La Comisión Asesora de la Carrera de Fisioterapia, en sesión ordinaria realizada el 2 de noviembre del 2022, realizó la revisión de anteproyectos de tesis de los estudiantes de la Carrera de Fisioterapia; luego que se han incorporado las correcciones, se sugiere se aprueben los siguientes anteproyectos (...).





## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 173-SE-33-CACES 2020

26 de octubre del 2020

Ibarra-Ecuador

Con estas consideraciones, el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud, en uso de las atribuciones conferidas por el Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica del Norte, Art. 44 literal n) referente a las funciones y atribuciones del Honorable Consejo Directivo de la Unidad Académica “Resolver todo lo atinente a matriculas, exámenes, calificaciones, grados, títulos”; Art. 66 literal k) Los demás que le confiera el presente Estatuto y reglamentación respectiva. **RESUELVE:**

1. Aprobar los trabajos de integración curricular de los estudiantes de la carrera de Fisioterapia; y, designar a los docentes a cumplir como director, de acuerdo al siguiente detalle:

ESTUDIANTE	TEMA	TUTOR/DIRECTOR
Salomé Janeth Miranda Cazar	“ACTUACIÓN FISIOTERAPÉUTICA EN PACIENTE ONCOLÓGICO PULMONAR, CON ENFERMEDAD CEREBRO VASCULAR ISQUÉMICA, IBARRA 2022-2023”.	MSc. Katherine Esparza
Jaramillo Puente Mauricio Sebastián	“ENTRENAMIENTO DE CORE Y CONTROL MOTOR EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO, EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI, 2022 - 2023”.	MSc. Ronnie Paredes
Apugllon Yapud Michael Alejandro	“ENTRENAMIENTO DE CORE Y CONTROL MOTOR EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO, EN LA CIUDAD DE TULCÁN, 2022 - 2023”.	MSc. Ronnie Paredes
Burbano Anrango Joselyn Estefanía	“ENTRENAMIENTO DE CORE Y CONTROL MOTOR EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO, EN LA CIUDAD DE IBARRA, 2022 - 2023”.	MSc. Ronnie Paredes
Vásquez Tinajero Milene Jimabel	“ANÁLISIS DE LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE FUTBOL, PROVINCIA DE IMBABURA 2022-2023”.	MSc. Verónica Potosi
Suárez Bravo Anahí Mikaela	“ANÁLISIS DE LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE BALONCESTO, PROVINCIA DE IMBABURA 2022-2023”.	MSc. Verónica Potosi
Guerra Cobagango Grace Carolina	“ANÁLISIS LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE CICLISMO DE RUTA, PROVINCIA DE IMBABURA, 2022 – 2023”.	MSc. Verónica Potosi
Durango Sánchez Ximena Fernanda	“ANÁLISIS DE LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE ATLETISMO, PROVINCIA DE IMBABURA, 2022-2023”.	MSc. Verónica Potosi
Vera Valencia Ingrid Lizbeth	“ANÁLISIS DE LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE TAEKWONDO, PROVINCIA DE IMBABURA 2022-2023”.	MSc. Verónica Potosi
Paillacho Karen Lisbeth	“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA SAN ROQUE, ANTONIO ANTE 2022-2023”.	MSc. Cristian Torres



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD**  
 UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 173-SE-33-CACES 2020  
 26 de octubre del 2020  
 Ibarra-Ecuador

ESTUDIANTE	TEMA	TUTOR/DIRECTOR
Bolaños León Odalys Dayana	“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, PARROQUIA CAHUASQUÍ, URCUQUÍ 2022-2023”.	MSc. Cristian Torres
Encalada Morocho Valeria Nicole	“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, COMUNIDAD DE AGATO, OTAVALO 2022 – 2023”.	MSc. Katherine Esparza
Lema Paredes Héctor Andrés	“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, COMUNIDAD SAN FRANCISCO DE SIGSIPAMBA, PIMAMPIRO 2022 – 2023”.	MSc. Katherine Esparza
Estévez Castillo Karla Vanessa	“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA DE ANGOCHAGUA, IBARRA 2022-2023”.	MSc. Katherine Esparza
Díaz Erazo Juan Francisco	“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA COMUNIDAD ITALQUÍ, COTACACHI 2022-2023”.	MSc. Cristian Torres

2. Notificar a la Coordinación de la Carrera de Fisioterapia, a los docentes y estudiantes, para los fines pertinentes. **NOTIFIQUESE Y CUMPLASE.** -

En unidad de acto suscriben la presente Resolución el Mg. Widmark Báez Morales MD., en calidad de Decano y Presidente del Honorable Consejo Directivo FCCSS; y, la Abogada Paola Alarcón A., Secretaria Jurídica (E) que certifica.

Atentamente,

**CIENCIA Y TÉCNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO**

Mg. Widmark Báez Morales MD.

**DECANO FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD**  
**PRESIDENTE HCD FCCSS**  
**UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE**



Abg. Paola E. Alarcón Alarcón MSc.  
 Secretaria Jurídica FCCSS (E)



## Anexo 2. Oficio de Autorización.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD,**  
**DECANATO**



**Oficio nro. UTN-R-2023-0010-O**  
 Ibarra, 31 de enero de 2023

**ASUNTO:** Autorización, ingreso para desarrollo de trabajo de grado

Señor  
 Juan Carlos Vásquez  
**PRESIDENTE DEL GAD PARROQUIAL CAHUASQUÍ**  
 Presente.-

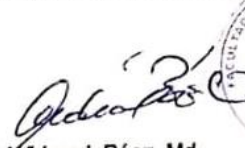
De mi consideración:

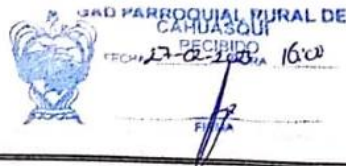
Reciba un afectuoso y cordial saludo de la Facultad de Ciencias de la Salud a la vez que deseo éxito en su función.

Por la presente me permito solicitar comedidamente autorice el ingreso a la señorita estudiante de la Carrera de Fisioterapia BOLAÑOS LEÓN ODALYS DAYANA, para realizar la evaluación de capacidad aeróbica y pulmonar para el desarrollo del proyecto de tesis: "Capacidad aeróbica y capacidad pulmonar en personas expuestas a humo de biomasa en la parroquia Cahuasquí, Urcuquí 2022-2023", como requisito previo a la obtención del título de Licenciada en Fisioterapia.

La información que se solicita será eminentemente con fines académicos y de investigación por lo que se mantendrá los principios de confidencialidad y anonimato en el manejo de la información.

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

  
 Mg. Widmark Báez, Md  
**DECANO FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD**  
 Correo: [decanatosalud@utn.edu.ec](mailto:decanatosalud@utn.edu.ec)





### Anexo 3. Consentimiento Informado.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13  
 Ibarra – Ecuador  
**CARRERA DE FISIOTERAPIA**  
**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, PARROQUÍA CAHUASQUÍ, URCUQUÍ 2022-2023.

**DETALLE DE PROCEDIMIENTOS:**

El estudiante de la carrera de Fisioterapia de la Universidad Técnica del Norte, realizará evaluaciones mediante el uso de dos test, con el fin de conocer sus datos sociodemográficos, sobre el nivel de capacidad aeróbica y la condición de la capacidad pulmonar.

**PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO:** La participación en este estudio es de carácter voluntario y el otorgamiento del consentimiento no tiene ningún tipo de repercusión legal, ni obligatoria a futuro, sin embargo, su participación es clave durante todo el proceso investigativo.

**CONFIDENCIALIDAD:** Es posible que los datos recopilados en el presente proyecto de investigación sean utilizados en estudios posteriores que se beneficien del registro de los datos obtenidos. Si así fuera, se mantendrá su identidad personal estrictamente secreta. Se registrarán evidencias digitales como fotografías acerca de la recolección de información, en ningún caso se podrá observar su rostro.

**BENEFICIOS DEL ESTUDIO:** Como participante de la investigación, usted contribuirá con la formación académica de los estudiantes y a la generación de conocimientos acerca del tema, que servirán en futuras investigaciones para mejorar la calidad de vida de quienes padecen de incontinencia urinaria.

---

**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".*



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

Ibarra – Ecuador

### CARRERA DE FISIOTERAPIA

**RESPONSABLE DE ESTA INVESTIGACIÓN:** Puede preguntar todo lo que considere oportuno al director del Macroproyecto, Lic. Cristian Torres A MSc. (+593) 0960747156. [cstorresa@utn.edu.ec](mailto:cstorresa@utn.edu.ec)

#### DECLARACIÓN DEL PARTICIPANTE

El Sr/a....., he sido informado/a de las finalidades y las implicaciones de las actividades y he podido hacer las preguntas que he considerado oportunas.

En prueba de conformidad firmo este documento.

Firma: *E. B. Lusa*....., el 06 de 02 del 2023....

#### 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".

## Anexo 4. Ficha de datos generales.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

Ibarra – Ecuador

CARRERA DE FISIOTERAPIA

### FICHA DE DATOS GENERALES

Encuesta dirigida a los habitantes de la Parroquia Cahuasquí, Cantón Urcuquí, Provincia de Imbabura para caracterizar a los sujetos de estudio.

#### Instrucciones:

Estimado Sr/a responda las preguntas detenidamente y con toda confianza o en su defecto coloque la información verídica de acuerdo a lo solicitado donde corresponda. Su participación en la realización de este cuestionario es de suma importancia para el estudio, por lo que sus respuestas se manejarán bajo una completa y estricta confidencialidad. Por todo eso le pedimos su colaboración y le damos gracias por adelantado.

#### Datos Generales

Fecha: Día 06 / Mes febrero / Año 20 23

Paciente: [REDACTED]

Edad: 74 años

Género: Masculino  Femenino  Otros

¿Está expuesto a inhalación de humo de leña?: Si  No

De haber contestado sí en la pregunta anterior:

¿Cuántos años lleva expuesto al humo de leña? 50 años..

Alguna vez ha presentado hábitos de tabaquismo: Si  No

De haber contestado sí en la pregunta anterior:

¿Cuántos años mantiene el consumo de tabaco? .....

Fuma actualmente cigarrillo: Si  No

Indique: ¿Sí es el caso, qué tipo de fumador es usted?

Activo:  Pasivo:  Ninguna:

Peso (Kg): 52 Kg..... Talla (m): 1.44 m.....

IMC (Kg/m<sup>2</sup>): 25.1 Kg/m<sup>2</sup> → Peso normal

#### 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".

## Anexo 5. Fichas de aplicación de los instrumentos.

### Ilustración 1.

Ficha de evaluación de capacidad aeróbica con el test de marcha estacionaria de 2 minutos.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13  
Ibarra – Ecuador  
CARRERA DE FISIOTERAPIA

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### TEST DE MARCHA ESTACIONARIA DE 2 MINUTOS

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
Fecha	DD	MM	AAAA	Número de Paciente
		10	02	2023

Datos Iniciales			Datos Finales			
Frecuencia cardiaca (Lpm)	Spo2 (%)	Frecuencia respiratoria	Frecuencia cardiaca (Lpm)	Spo2 (%)	Frecuencia respiratoria	Tensión Arterial (mmHg)
86	90	18	120	95	26	116/74
Percepción del esfuerzo (Borg)		Tensión arterial (mmHg)	Percepción del esfuerzo (Borg)		Número de pasos	
0		120/78	9		62	

#### Razón de Suspensión de la Prueba

1	Cansancio en las piernas
2	Dolor en las piernas
3	Calambres





**Anexo 6. Abstract****“AEROBIC AND LUNG CAPACITY OF PEOPLE EXPOSED TO BIOMASS SMOKE, CAHUASQUÍ PARISH, URCUQUÍ CANTON, 2022-2023”.****Abstract**

Aerobic capacity is the maximum oxygen consumption when performing an activity related to lung capacity, which is the set of volumes of air stored in the lungs. These may be affected by exposure to biomass smoke which causes adverse health effects. Therefore, the objective of this study was to evaluate the aerobic and lung capacity of people exposed to biomass smoke in the "Cahuasquí" Parish. The research followed a non-experimental, cross-sectional, and descriptive, with a qualitative field approach. The data was collected with a general data sheet, spirometric evaluation, and the 2-minute stationary gait test on a sample of 32 people. The results indicated a 78-year-old age mean, a predominance of the female sex, a BMI of overweight, and with exposure to biomass smoke between 41 and 50 years. The aerobic capacity of 43.8% belonging to the female sex is in the risk zone and 15.6% of the male sex at a normal level; Lung capacity indicated that 37.5% of the female sex reflected an obstructive pattern with a moderate severity level, while the male sex showed a normal and obstructive pattern with 12.5% each, with a moderate severity level. It shows that the aerobic and lung capacity of the elderly of the Cahuasquí Parish presented greater affectation in the female sex, in the risk zone, and with the dominance of the obstructive pattern.

**Keywords:** Aerobic capacity, lung capacity, smoke, biomass, exposure, spirometry.

LUIS ALFONSO PASPUEZAN SOTO  
Firmado digitalmente  
por LUIS ALFONSO  
PASPUEZAN SOTO  
Fecha: 2023.04.24  
12:00:56 -05'00'

Reviewed by:

## Anexo 7. Turniting

 <span style="float: right;">Identificación de reporte de similitud. oid:21463:217569269</span>	
NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
<b>Tesis Dayana Bolaños.docx</b>	<b>Odalys Bolaños</b>
RECuento DE PALABRAS	RECuento DE CARACTERES
<b>15660 Words</b>	<b>82999 Characters</b>
RECuento DE PÁGINAS	TAMAÑO DEL ARCHIVO
<b>91 Pages</b>	<b>2.3MB</b>
FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
<b>Mar 24, 2023 11:47 AM GMT-5</b>	<b>Mar 24, 2023 11:48 AM GMT-5</b>

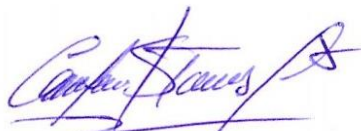
● **10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Cross

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)



Lic. Cristian Torres A MSc.

DIRECTOR

## Anexo 8. Evidencia fotográfica.

### Fotografía 1.

*Firma del consentimiento informado por parte de los sujetos de estudio.*



### Fotografía 2.

*Realización de la ficha de datos generales de los sujetos de estudio.*



**Fotografía 3.**

Medición de talla y peso, para el cálculo del índice de masa corporal (IMC).

**Fotografía 4.**

*Revisión de la saturación de oxígeno y frecuencia cardiaca, para la aplicación de los test de evaluación.*





**Fotografía 5.**

*Aplicación del test de marcha estacionaria de 2 minutos para valorar la capacidad aeróbica de los sujetos de estudio.*

**Fotografía 1.**

*Valoración de la prueba de espirometría a los sujetos de estudio para evaluar la capacidad pulmonar.*

