



**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, EN LA PARROQUIA ANGOCHAGUA, IBARRA 2022-2023”.**

**AUTOR:** Karla Vanessa Estévez Castillo

**DIRECTOR:** Lic. Katherine Geovanna Esparza Echeverría MSc.

Ibarra, 2023

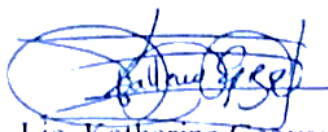
### Constancia de Aprobación del Tutor de Tesis

Yo, Lic. Katherine Geovanna Esparza Echeverría MSc en calidad de tutor de tesis titulada **“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA ANGOCHAGUA, IBARRA 2022-2023”** de autoría de **Estévez Castillo Karla Vanessa**

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 12 días del mes de abril de 2023

Lo certifico



Lic. Katherine Geovanna Esparza Echeverría MSc

CI: 1003176110

**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

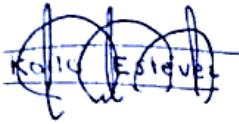
En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO              |   |                        |             |
|--------------------------------|---|------------------------|-------------|
| <b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>    | 100445554-7   |                        |             |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>    | Estévez Castillo Karla Vanessa  |                        |             |
| <b>DIRECCIÓN:</b>              | Av. Jaime Roldós y Calle. Ramón Alarcón   |                        |             |
| <b>E-MAIL:</b>                 | <a href="mailto:kvestevezc@utn.edu.ec">kvestevezc@utn.edu.ec</a>  |                        |             |
| <b>TELÉFONO FIJO:</b>          | 2953-958  | <b>TELÉFONO MÓVIL:</b> | 09909369007 |
| DATOS DE LA OBRA               |   |                        |             |
| <b>TÍTULO</b>                  | "CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA ANGOCHAGUA, IBARRA 2022-2023" |                        |             |
| <b>AUTOR (ES):</b>             | Estévez Castillo Karla Vanessa  |                        |             |
| <b>FECHA:</b>                  | 12 de abril del 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> | Licenciada en Fisioterapia  |                        |             |
| <b>ASESOR/DIRECTOR:</b>        | Lic. Katherine Geovanna Esparza Echeverría MSc.   |                        |             |

## Constancias

El autor (a) 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 12 días del mes de abril del 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Karla Estévez', written over a set of horizontal lines.

AUTOR(A)

Estévez Castillo Karla Vanessa

C.I: 100445554-7

## Registro Bibliográfico

**Guía:** FCS -UTN

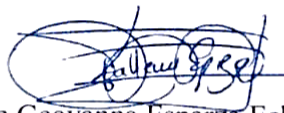
**Fecha:** Ibarra, 12 de abril del 2023

**Estévez Castillo Karla Vanessa** “CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA ANGOCHAGUA, IBARRA 2022-2023”. Trabajo de Grado. Licenciatura en Fisioterapia Universidad Técnica del Norte.

**DIRECTOR:** Lic. Katherine Geovanna Esparza Echeverría 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 de Angochagua, Ibarra 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 e identificar la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio, según género.

Fecha: Ibarra, 12 de abril del 2023



Lic. Katherine Geovanna Esparza Echeverría MSc.

**DIRECTOR DE TESIS**



Estévez Castillo Karla Vanessa

**AUTORA**

## **Agradecimiento**

Agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional, por su cariño, y por los valores con los que me han educado y el sacrificio que han realizado para que yo pudiera culminar mis estudios. A mis hermanas y cuñado que siempre me dieron su apoyo y su cariño en toda mi formación académica y a mi sobrina que fue la persona quien me impulso a seguir esta maravillosa carrera.

A mis amigos quienes han sido indispensables en todos estos años universitarios, en especial a las “ñañitas”, Sebastián y Richard por las horas compartidas, los trabajos realizados, las historias vividas y por haber hecho de la universidad un lugar más bonito.

Agradezco especialmente a mi tutora de tesis Lic. Katherine Geovanna Esparza Echeverría MSc, por su dedicación, paciencia, su guía y los consejos que me permitieron lograr culminar este trabajo de investigación.

A la Universidad Técnica del Norte por ser el lugar que aportó en mi formación tanto académica como personal, y a todos los docentes que a lo largo de la carrera supieron brindarme sus conocimientos y experiencias. También a los fisioterapeutas que conocí a lo largo de este camino que gracias a sus enseñanzas han logrado que cada día quiera más la fisioterapia.

A la Parroquia Angochagua y sus pobladores por su colaboración y su buena voluntad que gracias a ello me permitieron realizar el trabajo más importante de mi vida.

*Estévez Castillo Karla Vanessa*

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de investigación a mis padres por ser mis guías, mi pilar fundamental de este camino recorrido y por haberme impulsado siempre a perseguir mis sueños y no dejarlos atrás, estoy eternamente agradecida con ustedes por ser los mejores padres y por el apoyo incondicional que he recibido brindándome valores y todas las herramientas necesarias para haber culminado esta etapa de mi vida

A mis hermanas y sobrina que con sus consejos, apoyo y comprensión me han impulsado a que logre cumplir mis metas y a nunca darme por vencida.

A mis amigos y a todas las personas que han estado junto a mí, brindándome su apoyo en los momentos difíciles de este trabajo y a lo largo de mi formación académica.

*Estévez Castillo Karla Vanessa*

## Índice General

|   |    |
|---|----|
| Constancia de Aprobación del Tutor de Tesis.....                                    | 2  |
| Autorización de Uso y Publicación a Favor de la Universidad Técnica del Norte ..... | 3  |
| Registro Bibliográfico .....  | 5  |
| Agradecimiento .....  | 6  |
| Dedicatoria.....  | 7  |
| Índice General.....   | 8  |
| Índice de Tablas.....   | 11 |
| Resumen .....   | 12 |
| Abstract.....   | 13 |
| Tema .....  | 14 |
| Capítulo I.....   | 15 |
| Problema de investigación.....  | 15 |
| Planteamiento del Problema .....  | 15 |
| Formulación del problema.....   | 19 |
| Justificación .....   | 20 |
| Objetivos.....  | 21 |
| Objetivo General.....   | 21 |
| Objetivos Específicos. ....   | 21 |
| Preguntas de Investigación .....  | 22 |
| Capítulo II.....  | 23 |
| Marco Teórico .....   | 23 |
| Sistema respiratorio .....  | 23 |



|   |    |
|---|----|
| Funciones del Sistema Respiratorio. ....                      | 27 |
| Fisiología del Sistema respiratorio. ....                     | 29 |
| Capacidad Aeróbica.....                                       | 34 |
| Factores Orgánicos que Afectan la Capacidad Aeróbica. ....    | 35 |
| Factores no Orgánicos que Afectan la Capacidad Aeróbica. .... | 36 |
| Biomasa.....  | 37 |
| Tipos de Biomasa. ....  | 37 |
| Instrumentos de Evaluación.....                               | 38 |
| Marco Legal y Ético .....                                     | 47 |
| Capítulo III .....  | 49 |
| Metodología de la Investigación.....                          | 49 |
| Diseño de Investigación.....                                  | 49 |
| Tipo de Investigación .....                                   | 49 |
| Localización y Ubicación del Estudio .....                    | 50 |
| Población .....   | 50 |
| Criterios de Selección.....                                   | 50 |
| Criterios de Inclusión.....                                   | 50 |
| Criterios de Exclusión .....                                  | 50 |
| Muestra. ....   | 50 |
| Operacionalización de Variables .....                         | 51 |
| Variables de Caracterización.....                             | 51 |
| Variables de Interés. ....                                    | 54 |
| Métodos y técnicas de recolección de la información .....     | 61 |
| Métodos Teóricos. ....  | 61 |

|   |    |
|---|----|
|   | 10 |
| Técnicas.....   | 61 |
| Instrumentos. ....  | 61 |
| Análisis de Datos .....   | 62 |
| Capítulo IV .....   | 63 |
| Análisis e Interpretación de Datos.....   | 63 |
| Respuestas a las Preguntas de Investigación .....                                       | 72 |
| Capítulo V.....   | 74 |
| Conclusiones y Recomendaciones.....   | 74 |
| Conclusiones.....   | 74 |
| Recomendaciones .....   | 75 |
| Bibliografía.....   | 76 |
| Anexos .....  | 86 |
| Anexo 1. Aprobación de anteproyecto .....   | 86 |
| Anexo 2. Oficio de autorización del GAD Parroquial de Angochagua.....                   | 87 |
| Anexo 3. Consentimiento informado.....  | 88 |
| Anexo 4. Ficha de datos generales .....   | 89 |
| Anexo 5. Hoja de recolección de datos del test de marcha estacionaria de 2 minutos..... | 90 |
| Anexo 6. Hoja de recolección de datos de espirometría.....                              | 91 |
| Anexo 7. Abstract.....  | 92 |
| Anexo 8. Turnitin .....   | 93 |
| Anexo 9. Evidencia fotográfica.....   | 94 |

## Índice de Tablas

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1.</b> Variables de caracterización.....  | 51 |
| <b>Tabla 2.</b> Variables de interés .....   | 54 |
| <b>Tabla 3.</b> Caracterización de la muestra según su edad .....                                      | 63 |
| <b>Tabla 4.</b> Caracterización de la muestra según su género .....                                    | 64 |
| <b>Tabla 5.</b> Caracterización de la muestra según su índice de masa corporal (IMC).....              | 65 |
| <b>Tabla 6.</b> Caracterización de la muestra según los años de exposición al humo de biomasa          | 66 |
| <b>Tabla 7.</b> Nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio, según género .....              | 67 |
| <b>Tabla 8.</b> Identificación de la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio, según género        | 68 |
| <b>Tabla 9.</b> Nivel de gravedad del patrón obstructivo de los sujetos de estudio, según género ..... | 70 |

CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA ANGOCHAGUA, IBARRA 2022-2023”.

**Resumen**

La exposición al humo de biomasa durante cortos o largos periodos de tiempo es considerada como un factor de riesgo para el descenso de la capacidad aeróbica, pulmonar y el desarrollo de las enfermedades respiratorias agudas o crónicas. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la capacidad aeróbica y pulmonar en personas expuestas al humo de biomasa, en la parroquia de Angochagua. La investigación es de diseño no experimental, de corte transversal, de tipo descriptiva, cuantitativa y de campo; se contó con una muestra determinada de manera no probabilística a conveniencia mediante criterios de selección, quedando conformada por 30 personas adultas mayores de 65 años. Los datos fueron recolectados mediante una ficha de datos generales, espirometría y test de marcha estacionaria de 2 minutos. En cuanto a los resultados mediante la caracterización de la muestra se evidenció una media de edad de 73 años de edad, con un porcentaje de género femenino y masculino igualitario, con predominio de sobrepeso y años de exposición al humo de biomasa de 50-60 años; en la capacidad aeróbica se obtuvo que gran parte del género femenino se encuentra en zona de riesgo, mientras que el masculino está dentro de los rangos normales; finalmente en la capacidad pulmonar, en el género femenino el patrón espirométrico obstructivo fue el que predominó con nivel de gravedad muy grave, mientras que en el género masculino se presentó en su mayoría un patrón normal y obstructivo con gravedad moderada y severa.

**Palabras Claves:** biomasa, humo, exposición, capacidad aeróbica, capacidad pulmonar.

"AEROBIC AND PULMONARY CAPACITY IN PEOPLE EXPOSED TO BIOMASS  
SMOKE, IN ANGOCHAGUA PARISH, IBARRA 2022-2023".

**Abstract**

The exposure to biomass smoke for short or long periods of time is considered to be a risk factor for the reduction of aerobic, lung capacity and the development of acute or chronic respiratory diseases. The objective of this research was to evaluate the aerobic and lung capacity in people exposed to biomass smoke in “Angochagua” parish. The research design was non-experimental, cross-sectional, descriptive, quantitative, and field. It was considered a determined sample in a non-probabilistic way by convenience through selection criteria, made up of 30 adults over 65 years of age. Data was collected using a general data sheet, spirometry, and a 2-minute stationary Gait test. Regarding the findings through the characterization of the sample, it was evidenced an average of female and male people aged 73 with overweight predominance who have been exposed to biomass smoke from 50 to 60 years. In terms of aerobic capacity, a large part of the female gender was found to be in the risk zone, while males are within the normal ranges. Finally, regarding lung capacity, the obstructive spirometry pattern in females was the one with the highest prevalence with a very severe level of severity, on the other hand, the majority of males showed a normal and obstructive pattern with moderate and acute severity.

**Keywords:** biomass, smoke, exposure, aerobic capacity and pulmonary capacity.

**Tema:**

“CAPACIDAD AÉROBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO  
DE BIOMASA, PARROQUIA ANGOCHAGUA, IBARRA 2022-2023”.

## Capítulo I

### Problema de investigación

#### *Planteamiento del Problema*

La capacidad aeróbica constituye uno de los principales exponentes de la condición física, y refiere a la facultad de un individuo para realizar una actividad física de manera prolongada (Gálvez y otros, 2015). Por otra parte, la capacidad pulmonar es la suma de uno o varios volúmenes pulmonares los cuales son considerados como medidas diagnósticas para la identificación de patologías pulmonares. Además, existen diversas pruebas diagnósticas para determinarlas como la espirometría la cual mide la cantidad y velocidad de la salida del aire desde los pulmones de manera no invasiva (Bercedo y otros, 2019).

La biomasa es aquel material orgánico biodegradable derivado de plantas, animales, o microorganismos, que presenta un potencial uso como fuente de energía renovable. (Vélez Solórzano & Valarezo Molina, 2021). Sin embargo, la exposición crónica al humo de leña y otras formas de biomasa en los países en desarrollo es un factor que contribuye al aumento de la prevalencia de bronquitis crónica, insuficiencia respiratoria y enfermedades cardiopulmonares (D'Souza y otros, 2021).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es la tercera causa de muerte en el mundo y en 2019 ocasionó 3,23 millones de defunciones (Organización Mundial de la Salud, 2022). Por otra parte, el proyecto latinoamericano “PLATINO” examinó la prevalencia de EPOC en personas mayores de 40 años donde su prevalencia varió entre el 7,8% al 19,7% (Junemann & Legarreta, 2007). De igual manera, en el Ecuador de acuerdo con la base de datos del Instituto Nacional de Estadísticas y

Censos 2016, existieron alrededor de 22850 egresos hospitalarios por EPOC (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2013).

El estudio realizado en España por L Blass, et Al en el año 2017, denominado “Ejercicio aeróbico y de fuerza en personas con una enfermedad pulmonar obstructiva (EPOC): estudio de caso” Menciona que la EPOC está asociada con una respuesta inflamatoria anormal de los pulmones frente a partículas nocivas o a gases en la cual los pacientes que la padecen adoptan un estilo de vida sedentario debido a la disnea, lo cual provoca un descenso de la capacidad aeróbica y disminución de la masa corporal (Blas y otros, 2017).

De igual manera, el estudio realizado en Camerun por B Mbatchou, et Al en el año 2015, denominado “Efectos del humo del combustible para cocinar sobre los síntomas respiratorios y la función pulmonar en mujeres semirurales en Camerún” Comparó el volumen respiratorio forzado entre mujeres que usan leña y mujeres que usan fuentes alternativas de energía para cocinar en el cual se obtuvo como resultado la presencia de bronquitis crónica en 7,6% del grupo de humo de leña y 0,6% en el grupo de combustibles alternativos (Mbatchou y otros, 2015).

Así mismo, el estudio realizado en Bolivia por I Melgarejo, et Al en el año 2021, denominado “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.)” Analizó los patrones espirométricos y la concentración sérica de malondialdehído en 60 mujeres, donde se expresó indirectamente la acción del estrés oxidativo y la acción citotóxica de la combustión de leña en el aumento de la producción de citocinas proinflamatorias, lo que al final daña al conjunto de la estructura pulmonar y el intersticio pulmonar (Melgarejo y otros, 2021).

En cuanto a la problemática, el estudio realizado en Colombia por C Torres, et Al en el año 2016 denominado “Enfermedad pulmonar obstructiva crónica por humo de leña: ¿un fenotipo



diferente o una entidad distinta?” Indica que alrededor del 40% de la población mundial sigue utilizando combustibles sólidos, entre ellos la leña, por lo tanto, la exposición crónica al humo de leña se convierte en un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades respiratorias como infecciones, EPOC, bronquitis crónica, entre otras (Torres y otros, 2016).

Además, en el estudio realizado en Perú por A Cabrera, et. Al en el año 2013 denominado “Impacto en la salud del uso de biocombustibles en el interior de las viviendas de la comunidad nativa de Lamas, San Martín, Perú: 2013” muestra otra de las grandes problemáticas producto del uso de biomasa donde indica que las familias que usan este biocombustible incrementan la deforestación y la masa total de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, por lo que el empleo de biomasa como combustible no solo causa efectos adversos a la salud humana, sino también tiene consecuencias negativas para el ambiente (Cabrera y otros, 2013).

Por otro parte , el estudio realizado en Uruguay por S Betolaza, et Al en el año 2022 denominado “Impacto socioeconómico de pacientes asistidos en la policlínica de EPOC del Hospital Pasteur en 2018” muestra que la atención integral de los pacientes con EPOC genera un impacto socioeconómico para el paciente y el gobierno debido a que tiene un coste aproximado de USD 6000 por año lo que corresponde a costos directos de las exacerbaciones de la enfermedad y a costos indirectos vinculados a la discapacidad de los pacientes propia de los estadios más avanzados (Betolaza y otros, 2022).

Además, es importante mencionar que la mortalidad por EPOC es un problema en la situación de salud, así como se menciona en el estudio realizado en Colombia por S Ramírez en el año 2022 denominado “Enfermedad pulmonar obstructiva crónica y cocción de alimentos con biomasa: un problema transdisciplinar” donde indica que en los países en vía de desarrollo el 50%

de las muertes por EPOC en estos países son atribuibles a la exposición a biomasa (Ramírez S. , 2022).

En la parroquia de Angochagua del cantón Imbabura no existe ningún dato registrado o información que demuestre que los habitantes que están expuestos al humo de biomasa presenten alteraciones en la capacidad aeróbica y o presenten alguna enfermedad pulmonar, por lo cual nace la necesidad de investigar el tema.

***Formulación del problema***

¿Cuál es la capacidad aeróbica y pulmonar en personas expuestas a humo de biomasa, en la parroquia de Angochagua, Ibarra 2022-20223?

### ***Justificación***

El propósito de la investigación fue conocer la capacidad aeróbica y pulmonar en personas expuestas a humo de biomasa, en la parroquia Angochagua, Ibarra. Teniendo en cuenta que diversos estudios afirman que la alteración de la capacidad aeróbica y el desarrollo de enfermedades pulmonares como EPOC están ligados a la exposición crónica del humo de leña, lo que se asocia con nuestros sujetos de estudio.

El proyecto fue viable debido a que contó con la autorización de la presidenta del GAD de la parroquia Angochagua, así como también la colaboración por parte del grupo de estudio con la firma del consentimiento informado y la presencia del investigador capacitado en el tema.

Este estudio fue factible ya que contó con recursos bibliográficos, test específicos validados, recursos económicos para la compra de equipos de evaluación y recursos digitales; los cuales facilitaron la recolección de datos indispensables para la realización del estudio.

El proyecto es importante ya que tiene un gran impacto en la investigación dentro del campo de la salud, permitiendo conocer si la exposición al humo de biomasa en la parroquia de Angochagua afecta o no la capacidad aeróbica y pulmonar de la población, permitiendo marcar un precedente con los resultados obtenidos ocasionados por el humo de leña, dando paso a las autoridades de la parroquia para que puedan implementar propuestas de intervención en búsqueda de soluciones a la problemática generada por la combustión de biomasa.

En la investigación los beneficiarios directos fueron los habitantes de la parroquia de Angochagua ya que obtuvieron información relevante sobre su capacidad aeróbica y pulmonar. Además, el investigador ya que contribuyó al desarrollo profesional. Como beneficiarios indirectos se encuentra la Universidad Técnica del Norte y la Carrera de Fisioterapia, que fueron parte del desarrollo de la investigación.

## ***Objetivos***

### **Objetivo General.**

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

### **Objetivos Específicos.**

- Caracterizar a los sujetos de estudio según edad, género, IMC y los 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 y su nivel de gravedad, según género.

***Preguntas de Investigación***

¿Cuáles son las características de los sujetos de estudio según edad, género, IMC y años de exposición al humo de biomasa?

¿Cuál es el nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio, según género?

¿Cuál es la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio y su nivel de gravedad, según género?

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### *Sistema respiratorio*

**Generalidades.** Es el conjunto de órganos al servicio de la respiración externa, es decir, un proceso mediante el cual la sangre capta oxígeno de la atmósfera y elimina el dióxido de carbono producido en el metabolismo celular. Va desde la zona de respiración, situada por fuera de la nariz y la boca, a través de las vías aéreas conductoras situadas dentro de la cabeza y el tórax, hasta los alveolos. Su principal función es llevar el oxígeno (O<sub>2</sub>) hasta la zona de intercambio de gases del pulmón, donde el oxígeno puede difundirse a través de las paredes de los alveolos para oxigenar la sangre que circula por los capilares alveolares en función de las necesidades del cuerpo humano (Alois & Wagner, 1998).

El aparato respiratorio permite:

- Eliminar un volumen equivalente de dióxido de carbono, que entra en los pulmones desde los capilares alveolares.
- Mantener la temperatura corporal y la saturación de vapor de agua en el interior de las vías aéreas pulmonares.
- Mantener la esterilidad para prevenir las infecciones y sus consecuencias.
- Eliminar el exceso de líquidos y productos de desecho de la superficie, como partículas inhaladas y células fagocíticas (Alois & Wagner, 1998).

Además, el aparato respiratorio puede verse afectado por agresiones graves como las concentraciones elevadas de humo de tabaco y polvo industrial, o las concentraciones bajas de patógenos específicos que atacan o destruyen sus mecanismos de defensa o causan una alteración

de su función. Su capacidad para superar estas agresiones de forma adecuada es una prueba de su correcta combinación de estructura y función (Alois & Wagner, 1998).

**Anatomía del Sistema Respiratorio.** El sistema respiratorio está conformado por la vía aérea la cual se clasifica en alta y baja (o superior e inferior). Desde un punto de vista funcional, se puede considerar como alta la vía aérea extratorácica y baja la intratorácica (Sánchez & Concha, 2018).

➤ **Vía aérea superior**

Está conformada por:

- **Nariz y fosas nasales:** es el inicio de la vía aérea, se comunica con el exterior por medio de los orificios nasales, con la nasofaringe a través de las coanas, glándulas lagrimales y senos paranasales a través de los cornetes nasales (pituitaria roja), un tabique nasal intermedio y con la lámina cribiforme del etmoides en su techo (pituitaria amarilla). La nariz está cubierta 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. Conformar parte de las estructuras óseas correspondientes a los huesos nasales, maxilar superior, región nasal del temporal y etmoides (Asenjoa & Pintob, 2017).
- **Cavidad oral:** comprendida entre cuatro límites que le dan forma, es una estructura altamente especializada para el inicio no solo de la vía digestiva, sino también de la vía aérea. De afuera hacia adentro, el techo de la cavidad oral está formada por el paladar duro y el paladar blando, el suelo está conformado en su mayoría por tejidos blandos, glandulares y musculares, y las paredes laterales o mejillas, estructuras musculares que se



unen en su porción anterior para formar los labios estableciendo la abertura anterior de la boca (Torres & Pertuz , 2012).

- **Lengua:** es un órgano muscular que tiene funciones de articulación de la voz, el gusto y la deglución. Conformar el piso de la cavidad oral, se inserta en el borde interno del maxilar inferior, hueso hioides, apófisis estiloides, paladar blando y a la orofaringe. La lengua es importante, ya que permite mantener la permeabilidad de la vía aérea ( Quintero, 2020).
- **Faringe:** estructura que se extiende aproximadamente de 12 a 15 centímetros desde la base del cráneo hasta la porción anterior del cartílago cricoides y el borde inferior de la sexta vertebra torácica su sección más ancha se encuentra a nivel del hueso hioides y el segmento más estrecho a nivel esofágico. A su vez la faringe se divide en nasofaringe que comunica con la fosa nasal, orofaringe comunicación con cavidad oral y laringofaringe importante en casos de obstrucción por cuerpo extraño (García & Gutiérrez, 2015).

### ➤ **Vía aérea inferior**

Está conformada por:

- **Laringe:** Es la porción del tracto respiratorio que va entre la laringofaringe y la tráquea. En los adultos mide aproximadamente 5 a 7 cm de longitud y está ubicada entre C4 y C6. Estructuralmente está conformada por cartílagos, ligamentos y músculos. Aunque no forma parte de la laringe propiamente como tal, se incluirá el hioides, que es el hueso encargado de mantener la laringe en su posición (Sologuren, 2009).
- **Tráquea:** es un tubo cartílago membranoso que se va desde el extremo distal de la laringe hasta su división en los dos bronquios primarios. Sirve para conducir el aire, contribuye a completar la humidificación y el calentamiento que se había iniciado en las vías

respiratorias superiores. Además, por sus secreciones ayuda en la limpieza de partículas del aire inspirador (García & Hurlé, 2020).

- **Bronquios:** se localizan en el extremo inferior de la tráquea, que se divide en dos para formar los bronquios principales primarios: el derecho corto, ancho y vertical y el izquierdo largo y estrecho. Su estructura es similar a la de la tráquea, es decir, están formados por anillos incompletos antes de entrar en los pulmones, donde se hacen completos. Estos anillos están tapizados en su parte interna por mucosa ciliada (Pérez de la Plaza & Fernández, 2011).
- **Alvéolos:** última porción del árbol bronquial corresponde a pequeñas celdas en racimos (diámetro de 300 micras) similares a un panal de abejas que conforman los sacos alveolares, cuya función es el intercambio gaseoso. Está tapizado por un epitelio plano conformado por neumocitos tipo I y tipo II y un espacio intersticial a base de elastina y colágeno (Asenjoa & Pintob, 2017).
- **Pulmón:** son los órganos principales del aparato respiratorio los cuales se encuentran en la cavidad torácica y separada el uno del otro por el mediastino. Cada uno de los pulmones presenta tres bordes anterior, posterior e inferior; un vértice o porción superior de forma cónica; una base o cara diafragmática, una cara costal y una cara interna o mediastínica, que es cóncava y deja espacio para las estructuras mediastínicas y el corazón. En esta última cara se localiza el hilio, lugar por donde los bronquios, los vasos pulmonares y las fibras nerviosas entran a los pulmones. Además, están revestidos por una membrana serosa delgada y brillante denominada pleura, dividida en una capa externa, o pleura parietal, que reviste la pared torácica, el mediastino y el diafragma, y una capa interna o pleura visceral, unida a la superficie de los pulmones. Entre ambas capas pleurales existe una pequeña

cavidad (cavidad pleural), que contiene el líquido pleural, cuya función es facilitar el movimiento de los pulmones durante la respiración (Pérez de la Plaza & Fernández, 2011).

### ➤ **Músculos de la respiración**

El más importante es el diafragma el cual tiene forma de cúpula y está situado entre la caja torácica y la cavidad abdominal. Está dividido en dos porciones: por un lado, el diafragma costal (anterior y lateral), que actúa como un émbolo y es el responsable directo de generar el gradiente de presión respiratoria y por otro, el diafragma crural (localización posterior), que desde arriba fija las diferentes estructuras para permitir la óptima función de los demás músculos respiratorios (Barreiroa y otros, 2007).

Sin embargo, existen otros músculos que ayudan al diafragma en la función inspiratoria, los cuales son: los intercostales externos y un grupo especial de intercostales internos, denominados paraesternales. Además, hay toda una serie de músculos inspiratorios secundarios, como los escalenos, dorsal ancho y esternocleidomastoideo. Cuando los músculos inspiratorios se relajan se inicia pasivamente la espiración. Sin embargo, existen circunstancias como enfermedades pulmonares o tos, en las cuales es necesario facilitar la salida de aire. Por lo que el organismo recurre a la contracción de los músculos espiratorios. Primordialmente, los de la prensa abdominal (oblicuo externo, oblicuo interno, transverso y recto del abdomen) y los intercostales internos, con excepción de los para esternales (Barreiroa y otros, 2007).

### **Funciones del Sistema Respiratorio.**

#### ➤ **Intercambio gaseoso**

La principal función del sistema respiratorio es obtener oxígeno (O<sub>2</sub>) desde el ambiente y suministrarlo a los diversos tejidos para la producción de energía. En este metabolismo aeróbico celular el producto principal es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el cuál es removido y eliminado a

través del sistema respiratorio. El aire inspirado a través de la vía aérea contiene principalmente O<sub>2</sub>, el cual es transportado por el árbol traqueobronquial hasta los alvéolos. Las fuerzas que provocan que el aire fluya desde el ambiente hasta el alvéolo son generadas por los músculos respiratorios, controlados por el sistema nervioso central. La sangre venosa que proviene de los distintos tejidos del cuerpo y que contiene principalmente CO<sub>2</sub> es bombeada por el ventrículo derecho hacia los pulmones, donde se produce el intercambio gaseoso al alcanzar la sangre venosa los capilares pulmonares. El CO<sub>2</sub> difunde al alvéolo y el O<sub>2</sub> a la sangre, siendo ésta bombeada por el ventrículo izquierdo al resto de los tejidos corporales para la entrega de O<sub>2</sub>. El aire eliminado por la espiración al ambiente contiene niveles elevados de CO<sub>2</sub>. El intercambio gaseoso entonces, se considera un proceso continuo que incluye la ventilación, difusión y perfusión tisular (Sánchez & Concha , 2018).

#### ➤ **Equilibrio ácido-base**

El sistema respiratorio participa en el equilibrio ácido-base removiendo el CO<sub>2</sub>. El sistema nervioso central posee receptores de CO<sub>2</sub> e hidrogeniones (H<sup>+</sup>) en sangre arterial (PaCO<sub>2</sub>) y líquido cefalorraquídeo, los cuales entregan información a los centros de control de la respiración. Es así como estos centros de la respiración modifican la ventilación alveolar en situaciones de acidosis y alcalosis. Esto es fundamental para la homeostasis ácido-base y es un mecanismo muy sensible: un alza de PaCO<sub>2</sub> de 40 a 50 mmHg aumenta la ventilación a 30 litros/min. La hipercapnia aumenta tanto la actividad de las motoneuronas que controlan los músculos de la bomba respiratoria, como de las que estimulan los músculos faríngeos, que abren la vía aérea. Se ha descrito que los sensores centrales en el bulbo raquídeo son más sensibles a CO<sub>2</sub> mientras que los periféricos, en cuerpo carotideo y aórtico, son más sensibles a estados de hipoxemia (Sánchez & Concha , 2018).

➤ **Fonación**

La fonación es la producción de sonidos gracias al movimiento del aire a través de las cuerdas vocales. El habla, canto, llanto y otros sonidos son producidos gracias a la acción del sistema nervioso central sobre los músculos de la respiración (Sánchez & Concha , 2018).

**Fisiología del Sistema respiratorio.**

➤ **Mecanismo de la ventilación pulmonar**

La ventilación pulmonar es el proceso mediante el cual el aire, debido a la diferencia de presión que existe dentro y fuera de los pulmones, se mueve hacia el interior y el exterior de estos, para mantener las concentraciones adecuadas de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> en los alveolos. El proceso mecánico de la respiración consta de dos fases: inspiración y espiración (Pérez de la Plaza & Fernández, 2011).

- **Inspiración:** es el proceso de entrada del aire hacia los pulmones cuando la presión pulmonar es menor que la presión atmosférica. Se produce por la contracción del músculo diafragma y los músculos intercostales. Cuando el diafragma se contrae desciende hacia la cavidad abdominal, alargando el tórax. La contracción de los músculos intercostales mueve las costillas, lo que ocasiona el aumento del diámetro anteroposterior y transversal del tórax. A medida que aumenta el tamaño del tórax, disminuye la presión intratorácica e intrapulmonar, dando como resultado la inspiración del aire y la expansión del parénquima pulmonar.
- **Espiración:** es un proceso pasivo que comienza cuando la presión pulmonar es mayor que la atmosférica, dando lugar la expulsión del aire hacia el exterior. Además, se produce la relajación de los músculos del tórax y la disminución del tamaño de los pulmones (Pérez de la Plaza & Fernández, 2011).

### ➤ **Volúmenes pulmonares**

Dentro la ventilación pulmonar se intercambia una serie de volúmenes de aire los cuales son:

- **Volumen corriente (VT o Tidal volume):** es el volumen de gas que ingresa y sale de los pulmones en una respiración basal, su valor promedio es de 500 ml.
- **Volumen de reserva inspiratorio (IRV o Inspiratory reserve volume):** representa el volumen adicional de gas que puede ingresar en los pulmones al realizar una inspiración máxima desde volumen corriente, su valor promedio es de 3000 ml.
- **Volumen de reserva espiratorio (ERV o Expiratory reserve volume):** es el volumen de gas adicional que puede exhalarse del pulmón tras espirar a volumen corriente, su valor promedio es de unos 1200 ml.
- **Volumen residual (RV o Residual volume):** corresponde al volumen de gas que permanece dentro del pulmón después de una espiración forzada máxima, su valor promedio es de 1200 ml. (García & Gomez, 2011).

### ➤ **Capacidades pulmonares**

- **Capacidad vital (VC o Vital capacity):** es la suma del volumen corriente y los volúmenes de reserva espiratoria y inspiratoria, su valor aproximado es 4 700 ml.
- **Capacidad inspiratoria (IC o Inspiratory capacity):** suma del volumen corriente y del volumen de reserva inspiratorio. Representa el máximo volumen inspirado tras una espiración tranquila, su valor aproximado es 3 500 ml.
- **Capacidad espiratoria (CE):** es la cantidad de aire que se puede expulsar de los pulmones tras espiración máxima, su valor aproximado es 1 700 ml.
- **Capacidad residual funcional (FRC o Functional residual capacity):** suma del volumen de reserva espiratorio y del volumen residual. Es el volumen de gas que hay

dentro de los pulmones al final de una espiración tranquila y corresponde al punto de equilibrio entre la retracción elástica del pulmón y de la caja torácica, su valor aproximado es 2 400 ml.

— **Capacidad pulmonar total (TLC o Total lung capacity):** abarca el volumen corriente, el volumen de reserva inspiratorio, el volumen de reserva espiratorio y el volumen residual. Es el máximo volumen de gas que pueden contener los pulmones, su valor aproximado es 5 900 ml (García & Gomez, 2011).

**Fisiopatología.** Los seres humanos poseen un sistema respiratorio complejo y eficaz, cuando se produce una lesión en sus componentes se interrumpe la función integrada del conjunto y las consecuencias pueden ser profundas. La lesión o disfunción de la vía aérea causa enfermedades pulmonares obstructivas, como el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). La lesión del parénquima pulmonar provoca enfermedades pulmonares restrictivas, como fibrosis pulmonar idiopática, síndrome de dificultad respiratoria aguda y enfermedad vascular pulmonar (Hammer & McPhee , 2015).

#### ➤ **Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)**

Es una enfermedad crónico-degenerativa que se presenta en adultos mayores de 45 años y es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad. Clínicamente se caracteriza por enfisema y bronquitis crónica que conducen a la obstrucción de las vías respiratorias. En la actualidad la EPOC se define como una enfermedad frecuente, prevenible y tratable la cual está caracterizada por constantes síntomas respiratorios y limitación del flujo aéreo causada por anomalías de las vías respiratorias o alveolares, como consecuencia de la exposición a partículas o gases nocivos. La limitación crónica del flujo aéreo característica de esta enfermedad es

producida por una combinación de enfermedades de las vías aéreas pequeñas y destrucción de parénquima, las cuales varían de un individuo a otro (Martinez y otros, 2021).

### ➤ **Factores de Riesgo**

- Tabaco: las causas del desarrollo de la EPOC por tabaco son múltiples, se han identificado datos de daño oxidante, respuesta inflamatoria con liberación de mediadores como citosinas inflamatorias (células epiteliales y macrófagos alveolares), proteasas y apoptosis, que conducen a un daño pulmonar que no puede ser reparado adecuadamente. La respuesta inflamatoria mediada por los linfocitos T presentes en el pulmón de un fumador es un componente clave de la EPOC que no está presente en los fumadores que no desarrollan la enfermedad.
- Factores genéticos: el factor genético más conocido es la deficiencia de la enzima alfa1-antitripsina (AAT), que es el inhibidor de proteasa más importante en el organismo humano. Entre el 1 y el 2% de los pacientes desarrollan EPOC por esta causa.
- Factores ambientales: la biomasa es la materia orgánica utilizada como fuente de energía proveniente de animales o vegetales y puede usarse como combustible. Los materiales más utilizados son: madera, ramas, hierbas secas, estiércol y carbón. La exposición al humo de leña al cocinar tiene un gran potencial como agente causal de EPOC, especialmente para las mujeres de áreas rurales que pasan el 70% de su tiempo en un ambiente interior contaminado (Martinez y otros, 2021).

### ➤ **Fisiopatología del EPOC**

Los cambios fisiológicos fundamentales en la EPOC son:

- Hipersecreción de mucus (hipertrofia glandular) y disfunción ciliar (metaplasia escamosa del epitelio respiratorio).



- Limitación de los flujos espiratorios de la vía aérea, cuya consecuencia principal es la hiperinflación pulmonar, con un aumento de la capacidad residual funcional (CRF), a expensas de una disminución de la capacidad inspiratoria.
- Alteraciones del intercambio gaseoso: distribución ventilación/ perfusión alterada.  
Hipertensión pulmonar: vasoconstricción (de origen hipóxico principalmente), disfunción endotelial, remodelación de las arterias pulmonares y destrucción del lecho capilar pulmonar.
- Efectos sistémicos: inflamación sistémica y emaciación (adelgazamiento patológico) de la musculatura esquelética (Del Solar & Florenzano, 2007).

➤ **Clasificación según los estadios del EPOC**

La Iniciativa global para la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (GOLD) ha categorizado los estadios de la EPOC en:

- 0: En riesgo. Espirometría normal, síntomas crónicos como tos, expectoración.
- I: Leve ( $FEV1/FVC < 70\%$ ;  $FEV1 > 80\%$  del valor de referencia, con o sin síntomas crónicos).
- II: Moderada ( $FEV1/FVC < 70\%$ ; con un  $FEV1$  entre el 50%-80% del valor de referencia, con o sin síntomas crónicos como tos, expectoración, disnea).
- III: Severa ( $FEV1/FVC < 70\%$ ; con un  $FEV1$  entre el 30%-50% del valor de referencia, con o sin síntomas crónicos).
- IV: Muy severa ( $FEV1/FVC < 70\%$ ;  $FEV1 < 30\%$  predicho o  $FEV1 < 50\%$  del valor de referencia más insuficiencia respiratoria crónica ( $PaO_2 < 60$  mmHg) (Salabert y otros, 2019).

Grado de obstrucción bronquial según grado GOLD: basada en el FEV1 PBD:

- GOLD 1 (Leve):  $FEV1 \geq 80\%$  del valor teórico.
- GOLD 2 (Moderado):  $50\% \leq FEV1 < 80\%$  del valor teórico.
- GOLD 3 (Grave):  $30\% \leq FEV1 < 50\%$  del valor teórico.
- GOLD 4 (Muy grave):  $FEV1 < 30\%$  (Salabert y otros, 2019).

Sin embargo, hay que considerar que para evaluar el grado de severidad de la EPOC es importante tener en cuenta el grado de disnea, la capacidad física para el ejercicio, el índice de masa corporal (IMC), la PaO<sub>2</sub> y la presencia de cor-pulmonar (Salabert y otros, 2019).

Grado de disnea: se mide mediante la escala de Medical Research Council (mMRC):

- 0: Ausencia de disnea excepto al realizar ejercicio intenso.
- 1: Disnea al andar deprisa en llano o pendiente poco pronunciada.
- 2: Disnea que produce incapacidad de caminar en llano o tener que parar a descansar.
- 3: Disnea que hace que tenga que parar a los 100 metros o a los pocos minutos.
- 4: Disnea que le impide salir de casa o vestirse (Salabert y otros, 2019).

### ***Capacidad Aeróbica***

La capacidad aeróbica ha sido considerada como la medida fisiológica más importante en el ser humano para pronosticar su rendimiento físico en actividades de larga duración y es uno de los componentes más importantes de la aptitud física general, debido a que permite conocer la funcionalidad de los distintos sistemas orgánicos involucrados en el transporte de oxígeno. Por otra parte, la capacidad aeróbica está directamente relacionada con el VO<sub>2</sub> máx del individuo en la cual es importante diferenciar su valoración en términos absolutos, que representa el total de oxígeno consumido en el cuerpo por minuto (número de litros por minuto), y en términos relativos, que representa el consumo de oxígeno requerido para mover un kilogramo de peso corporal por

minuto (mililitros por minuto y por kilogramos de peso del individuo, permitiendo ser una base para los programas de preparación físico-atlética (Martínez, 2002).

**Consumo Máximo de Oxígeno  $VO_2M_{\text{ax}}$ .** El  $VO_2m_{\text{ax}}$  se define numéricamente como la velocidad y capacidad en la que una persona respira aire del medio ambiente, lo transporta por el sistema respiratorio y cardiovascular, metaboliza el oxígeno ( $O_2$ ) como fuente de energía en las células musculares al realizar actividad física, asociado a este proceso está la ventilación pulmonar (VE) y la eliminación de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) definida numéricamente como la capacidad de un sujeto para ventilar y eliminar  $CO_2$  en minuto, denominándose tasa de ventilación y eliminación de dióxido de carbono (Hall y otros, 2015).

Además, el consumo máximo de oxígeno es uno de los parámetros más usados para la evaluación en la fisiología del ejercicio y aptitud cardiorrespiratoria; también, es empleado como una medida adicional al cálculo de equivalentes metabólicos o METs (Pedraza Montenegro y otros, 2017).

#### **Factores Orgánicos que Afectan la Capacidad Aeróbica.**

- 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.
- Sangre: la hemoglobina presente en los glóbulos rojos es la sustancia responsable de transportar el oxígeno hacia los tejidos. Por tanto, la cantidad de aquella presente en el torrente sanguíneo y la saturación con este gas en los pulmones condiciona también la máxima capacidad aeróbica.

- Corazón: Como órgano muscular potente y resistente cumple la función de propulsar la sangre cargada de oxígeno hacia los tejidos. La suficiencia del corazón para propulsar sangre durante esfuerzos fuertes es quizá uno de los factores más críticos en el consumo máximo de oxígeno.
- Sistema endocrino. Ciertas hormonas como la tiroxina, las catecolaminas (Adrenalina y Noradrenalina), la insulina, la somatotrofina y los cortico esteroides afectan profundamente los procesos metabólicos y secundarios a ellos modifican el consumo total de oxígeno (Martínez López, 2010).

### **Factores no Orgánicos que Afectan la Capacidad Aeróbica.**

- Medio ambiente: el aire que nos circunda es rico en oxígeno, pero la cantidad de este gas en el aire varía según la altura, la presión atmosférica, la contaminación, la arborización, etc:
- 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.
- Edad: la capacidad aeróbica se incrementa gradualmente después del nacimiento hasta alcanzar su máximo valor alrededor de los 20 años, después de lo cual se inicia un decremento muy gradual al principio, pero más acentuado a partir de los 30-35 años para hacerse muy marcado el descenso hacia la edad senil.
- 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 López, 2010).

## ***Biomasa***

El término biomasa, en el sentido amplio, se refiere a cualquier tipo de materia orgánica que haya tenido su origen inmediato en el proceso biológico de organismos recientemente vivos, como plantas, o sus desechos metabólicos (el estiércol); el concepto de biomasa comprende productos tanto de origen vegetal como de origen animal. Además, en la actualidad se ha aceptado este término para denominar al grupo de productos energéticos y materias primas de tipo renovable que se origina a partir de la materia prima orgánica formada por vía biológica. Quedan por tanto fuera de este concepto los combustibles fósiles o los productos orgánicos derivados de ellos, aunque también tuvieron su origen biológico en épocas remotas (Salinas & Gasca, 2009).

Además, la biomasa proporciona una fuente de energía, adicional a la de combustibles fósiles y a las otras fuentes disponibles, para obtener calor, electricidad y carburantes empleados en el sector transporte (Romero A. , 2010).

### **Tipos de Biomasa.**

- **Biomasa primaria:** Es la materia orgánica formada directamente de los seres fotosintéticos. Este grupo comprende la biomasa vegetal, incluidos los residuos agrícolas y forestales.
- **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.
- **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.
- **Biomasa natural:** Es la que producen los ecosistemas silvestres; 40% de la biomasa que se produce en la tierra proviene de los océanos.

- **Biomasa residual:** La que se puede extraer de los residuos agrícolas y forestales, y de las actividades humanas.
- **Cultivos energéticos:** Recibe esta denominación cualquier cultivo agrícola cuya finalidad sea suministrar la biomasa para producir biocombustibles (Salinas & Gasca, 2009).

**Consecuencias de la Exposición al Humo de Biomasa.** La inhalación del humo de biomasa es un factor de riesgo para el desarrollo de las enfermedades respiratorias, tanto agudas como crónicas, en donde se evidencia que las patologías más comunes son la: neumonía, asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, tuberculosis y cáncer de pulmón. También está ligado con la aparición de cardiopatías isquémicas, enfermedades como apoplejía, cataratas y un factor de riesgo para tener bajo peso al nacer, nacimientos prematuros, muerte perinatal, más otras diversas alteraciones en el embarazo. El desarrollo de estas enfermedades, están enteramente relacionadas con la exposición al humo de la biomasa durante cortos y largos periodos de tiempo (Díaz y otros, 2019).

### *Instrumentos de Evaluación*

**Espirometría.** La espirometría es una prueba de función respiratoria que evalúa las propiedades mecánicas de la respiración; mide la máxima cantidad de aire que puede ser exhalada desde un punto de máxima inspiración. El volumen de aire exhalado se mide en función del tiempo. Los principales parámetros fisiológicos que se obtienen con la espirometría son la capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1); a partir de estas dos se calcula el cociente FEV1/ FVC (**Benítez y otros, 2016**).

#### ➤ **Tipos de espirometría**

- **Espirometría simple:** El paciente realiza una espiración máxima no forzada tras una inspiración máxima. Su realización determina los siguientes volúmenes: Volumen

corriente, capacidad vital, volumen de reserva inspiratoria, volumen de reserva espiratoria, capacidad inspiratoria, capacidad residual funcional y capacidad pulmonar total.

- **Espirometría forzada:** El paciente realiza una espiración máxima forzada en el menor tiempo posible tras una inspiración máxima. Es la técnica más útil y más habitualmente empleada, ya que además del cálculo de volúmenes estáticos, nos aporta información sobre su relación con el tiempo, además, determina los siguientes valores espirométricos: Capacidad vital forzada, Volumen espiratorio máximo en el primer segundo, cociente FEV1 / FVC, flujo espiratorio máximo (Romero y otros, 2013).

#### ➤ **Espirómetro**

El espirómetro es un aparato que mide el volumen o el flujo de aire que pasa a través de él. Se han diseñado muchos tipos de espirómetros, pero todos ellos tienen una boquilla a través de la cual el paciente sopla y respira, un sistema medidor de flujo o volumen de aire, y un sistema para graficar sus cambios. Los espirómetros modernos se asocian a una computadora o microprocesador (Rivero, 2019).

#### ➤ **Parámetros espirométricos**

- **Capacidad vital forzada:** cantidad máxima de aire exhalado forzadamente partiendo de una inhalación total; recibe también el nombre de volumen espiratorio forzado. Se compone por la suma del volumen corriente, volumen de reserva inspiratorio y volumen de reserva espiratorio. El valor normal es  $\geq 80\%$ .
- **Pico espiratorio flujo (PEF):** es el flujo instantáneo máximo de la maniobra CVF; se expresa en litros.

- **Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1):** cantidad del aire exhalado abruptamente en el primer segundo después de una inhalación máxima. El valor normal es  $\geq 80 \%$ .
- **Índice VEF1/CVF:** es la fracción de aire que exhala un individuo en un segundo respecto a su capacidad vital forzada. Este indicador es determinante para detectar obstrucción, más no para dar seguimiento a la progresión de la enfermedad, ya que VEF1 tiende a disminuir proporcionalmente con el deterioro del CVF. El valor normal es  $\geq 70 \%$  o de acuerdo con el límite inferior de normalidad.
- **Volumen espiratorio forzado en seis segundos (VEF6):** este parámetro ha sido utilizado como sustituto de CVF, ya que implica menos esfuerzo por parte el paciente, es más repetible que CVF en pacientes con obstrucción y tiene menor posibilidad de que exista fatiga u otras complicaciones como síncope, sin embargo, existe poca información acerca de los predichos de este volumen.
- **Índice VEF6/CVF:** puede utilizarse en sustitución del índice VEF1/CVF.
- **Volumen extrapolado:** cantidad de aire liberado accidentalmente antes de iniciar la exhalación abruptamente; se relaciona con espirómetros de circuito abierto o inseguridad del paciente al realizar la maniobra (Rivero, 2019).

➤ **Tipos de gráficos en espirometría**

Los primeros gráficos obtenidos después de la prueba de espirometría indican el volumen en el eje vertical (ordenada) y el tiempo transcurrido en el eje horizontal (abscisa); se obtienen así curvas que relacionan el volumen desplazado por la respiración del sujeto con el tiempo transcurrido.



- **Curva de volumen/tiempo:** se trata de una gráfica en la que se coloca en el eje de ordenadas el volumen (en litros) y en el eje de abscisas el tiempo (en segundos). Tiene un inicio con una rápida subida, que al final se suaviza hasta alcanzar una fase de meseta, en la que, aunque el paciente siga soplando, no aumenta el volumen registrado. De la curva de volumen/tiempo se obtienen dos medidas principales: la capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio máximo en el primer segundo (FEV1).
- **Curva de flujo/volumen:** En este tipo de curva se señala en el eje de ordenadas el flujo (en litros/segundo) y en el eje de abscisas el volumen (en litros). Tiene un ascenso muy rápido, con una pendiente muy pronunciada, hasta alcanzar un máximo de flujo (flujo espiratorio máximo, FEM). A partir de ese punto, la curva desciende con una pendiente menos pronunciada que en el ascenso, hasta cortar el eje de volumen. Las principales medidas que podemos obtener de la curva de flujo/volumen son el flujo espiratorio máximo o peak expiratory flow (PEF) y la capacidad vital forzada (FVC), que es el punto donde la curva corta el eje de abscisas (volumen) (Cimas y otros, 2016).

### ➤ **Procedimiento**

Un técnico bien adiestrado viene a ser fundamental para la obtención de resultados espirométricos exactos y precisos:

- Preparación del equipo antes de la prueba: todos los componentes (mangueras, sensores, conectores, etc.) deben estar desinfectados y deben ser ensamblados de acuerdo a las instrucciones del fabricante, de acuerdo al tipo de espirómetro, se debe encender y dar tiempo suficiente para el calentamiento del mismo, calibrar el equipo, los sensores de los espirómetros de flujo deben limpiarse siguiendo las recomendaciones del fabricante; además, deben estar libres de partículas que obstruyan el sensor.

- Preparación del paciente para la prueba: el técnico que realiza la prueba recibe y se presenta con el paciente, se explica al paciente el objetivo de la prueba, revisar las contraindicaciones de la prueba, registrar el consumo de tabaco, el ejercicio físico intenso antes de la prueba y el uso de broncodilatadores, la prueba debe realizarse con el sujeto sentado. Se debe utilizar silla sin ruedas y con soporte para brazos. Se coloca al sujeto sentado con el tórax y cuello en posición recta y con ambos pies apoyados sobre el piso.
- Maniobra de espirometría: una vez que el paciente ha sido preparado para la prueba, se procede a instruir al paciente sobre el procedimiento. Se le debe explicar que se encontrará sentado. A continuación, se debe demostrar la maniobra, poniendo especial atención en la inhalación máxima y la exhalación explosiva y sostenida. Se procede entonces a que el paciente realice la maniobra la cual puede ser en circuito abierto o circuito cerrado (Benítez y otros, 2016).

### ➤ **Patrones espirométricos**

Se identifican cuatro patrones o alteraciones funcionales:

- **Espirometría normal:** CVF, VEF1 mayores del límite inferior de lo normal (IC 95%) y relación VEF1/CVF mayor de 70 o mayor del límite inferior de lo normal (IC 95%)
- **Espirometría obstructiva:** el diagnóstico de obstrucción se hace cuando la relación VEF1/CVF es menor de 70. La gravedad de la obstrucción se mide con el VEF1
  - FEV1 %: >70% = Obstrucción leve.
  - FEV1 %p: 60-69% = Obstrucción moderada.
  - FEV1 %p: 50-59% = Obstrucción moderadamente grave.
  - FEV1 %p: 35-49% = Obstrucción grave.
  - FEV1 %p: < 35% = Obstrucción muy grave.

- **Espirometría restrictiva:** disminución de la CVF (menor del IC 95%) con relación VEF1/CVF normal o preferiblemente aumentada (más de 85% del predicho) hace sospechar un defecto restrictivo. Se recomienda que el defecto restrictivo se confirme midiendo los volúmenes pulmonares ya que hay un número considerable de falsos positivos. El defecto restrictivo se confirma cuando se miden los volúmenes pulmonares y se determina la Capacidad Pulmonar Total (CPT) la cual se encuentra disminuida. La gravedad del defecto restrictivo se mide con la Capacidad Pulmonar Total, o en su defecto con Capacidad Vital.
- **Espirometría con defecto ventilatorio mixto, obstructivo y restrictivo:** cuando la relación VEF1/CVF es baja (obstrucción) y además la CVF también está disminuida se sospecha que el paciente tenga un defecto mixto, obstructivo y restrictivo. La disminución de la CVF puede ser secundaria a un defecto restrictivo o a aumento del volumen residual por la obstrucción. La forma de definir esto es midiendo la Capacidad Pulmonar Total y el volumen residual con la prueba de volúmenes pulmonares. Sin embargo, si la relación VEF1/CVF es menor de 60, la probabilidad de un defecto restrictivo asociado es menor de 30%, y nos podemos ayudar con la clínica y la radiografía de tórax que muestre tamaño pulmonar grande o atrapamiento de aire (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2016).
- **Prueba de reversibilidad o respuesta al broncodilatador**

La prueba de reversibilidad permite determinar si la obstrucción al flujo aéreo es reversible con la administración de fármacos broncodilatadores inhalados. La determinación de reversibilidad establece que una respuesta significativa al broncodilatador está definida por una mejoría en FEV1 de 12% y que sea mayor a 200 mL, con respecto al valor basal. Asimismo, los

conceptos de reversibilidad y respuesta significativa al broncodilatador pueden ser diferentes. Una mejoría de 12% y más de 200 mL se considera una respuesta positiva al fármaco, pero no necesariamente significa reversibilidad total de la limitación al flujo aéreo. En el contexto clínico, la obstrucción crónica al flujo aéreo característica de la EPOC, puede tener respuesta positiva al broncodilatador o ser parcialmente reversible. En cambio, una reversibilidad completa que lleve a la normalización del FEV1, es compatible con el diagnóstico de asma (Pérez, 2005).

### ➤ **Indicaciones**

- Para evaluar síntomas y signos: en todo paciente que consulte por disnea o pitos, y también cuando se presentan otros síntomas y signos (tos, opresión torácica, ortopnea, espiración prolongada, cianosis, deformidad torácica, crepitantes)
- Para medir el impacto y la repercusión de una enfermedad sobre la función pulmonar.
- Valoración de la gravedad de una agudización en el curso de una enfermedad respiratoria crónica, como el asma o la EPOC.
- Valoración del estado de salud de personas con actividad física importante (deportistas, bomberos, etc.).
- Valoración de intervenciones terapéuticas, como la administración de broncodilatadores, prueba terapéutica con corticoides inhalados u orales (Cimas y otros, 2016).

### ➤ **Contraindicaciones**

Podemos diferenciar dos tipos de contraindicaciones respecto a la espirometría:

- Contraindicaciones absolutas: aquellas situaciones que ponen en grave riesgo la salud del paciente al realizar un esfuerzo importante, tal como sucede en la espirometría: Hemoptisis importante de origen desconocido, neumotórax activo o reciente, enfermedad cardiovascular inestable, aneurismas cerebrales, torácicos o abdominales, por el riesgo de

rotura, desprendimiento de retina reciente, o cirugía del ojo reciente (cataratas) y cirugía reciente de tórax o abdomen.

- **Contraindicaciones relativas:** aquellas situaciones que no suponen riesgo para la salud del paciente, pero que impiden obtener una espirometría de calidad adecuada: no comprender bien la maniobra, tal como sucede en niños menores de 5-6 años y en algunas personas ancianas, deterioro psíquico, estado físico muy deteriorado, problemas bucales y/o faciales que impidan el correcto sellado de la boca alrededor de la boquilla, hemiplejía facial, náuseas incontrolables al introducir la boquilla (Cimas y otros, 2016).

**Test de Marcha Estacionaria de 2 Minutos.** Es una prueba de resistencia aeróbica que está incluido dentro de la batería Senior Fitness Test como una prueba alternativa al test de caminata de los 6 minutos, presentado por primera vez en 1999 como parte de la Prueba de condición física para adultos mayores, el TMST tiene la ventaja de que requiere un espacio limitado, solo unos minutos y ningún equipo costoso (Bohannon & Crouch, 2019).

Esta prueba consiste en que el paciente valorado marche en el mismo sitio donde está ubicado, lo más rápido posible durante 2 minutos elevando sus rodillas a una altura intermedia entre las patelas y las crestas iliacas. El resultado de la prueba se define como el número de pasos contados del lado derecho, a la altura establecida en 2 minutos (Loteró & Parra, 2020).

➤ **Protocolo de aplicación**

- **Materiales:** cronómetro, cinta métrica o cable de 30 pulgadas, cinta de enmascarar, contador mecánico (si es posible) para garantizar un recuento preciso de los pasos.
- La altura adecuada (mínima) para levantar la rodilla está a nivel de un punto intermedio entre la rótula (centro de la rótula) y la cresta ilíaca (hueso superior de la cadera). Este punto puede determinarse usando una cinta métrica o estirando un

trozo de cordón desde la rótula hasta la cresta ilíaca, luego doblándolo por la mitad para determinar el punto medio.

- Para controlar la altura correcta de la rodilla al dar el paso, se pueden apilar libros en una mesa adyacente o se puede fijar una regla a una silla o pared con cinta adhesiva para marcar la altura correcta de la rodilla.
- En la señal "vamos", el participante comienza a dar pasos en su lugar, comenzando con la pierna derecha, y completando tantos pasos como sea posible dentro del período de tiempo establecido. Aunque ambas rodillas deben elevarse a la altura correcta para ser contadas, el contador solo tiene en cuenta la cantidad de veces que la rodilla derecha llega al tope establecido.
- Tan pronto como ya no se pueda mantener la altura adecuada de la rodilla, se le pide al participante que pare y descanse hasta que se recupere la forma adecuada del paso. El test se puede reanudar si no ha transcurrido el período de tiempo de 2 minutos, si es necesario, el participante puede colocar una mano sobre la mesa o la silla para ayudar a mantener el equilibrio.
- Para ayudar con el ritmo adecuado y mejorar la precisión de la puntuación, se debe realizar una prueba de práctica antes del día de la prueba, el día del examen, el examinador debe demostrar el procedimiento y permitir que los participantes practiquen brevemente para volver a verificar su comprensión del protocolo. Al final de la prueba, el participante debe caminar lentamente por alrededor de un minuto para realizar la fase de enfriamiento (Loteró & Parra, 2020).

## **Marco Legal y Ético**

**Constitución de la República del Ecuador.** Art. 32.- *La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional (Constitución de la República del Ecuador, 2008).*

**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 (Consejo Nacional de Planificación, 2021).*

**Ley Orgánica de la 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 (Constitución de la República del Ecuador, 2008).*

**Consentimiento informado.** Proceso de comunicación y deliberación, que forma parte de la relación de un profesional de salud y un paciente capaz, por el cual una persona autónoma, de forma voluntaria, acepta, niega o revoca una intervención de salud (Ministerio de Salud Pública, 2016).



## Capítulo III

### Metodología de la Investigación

#### *Diseño de Investigación*

**No experimental:** El presente estudio se realizó sin manipulación de las variables a investigarse, se observó la problemática tal y como se daba en el entorno, el cual fue analizado posteriormente. (Cortés Cortés & Iglesias León, 2004).

**Corte transversal:** Se recolectó los datos en un solo momento, en un tiempo único. El propósito fue describir variables como edad, género, IMC, exposición al humo de biomasa, capacidad aeróbica y pulmonar (Cortés Cortés & Iglesias León, 2004).

#### *Tipo de Investigación*

**Descriptivo:** Se especificó las propiedades, las características y los perfiles importantes de los sujetos de estudio recolectando datos sobre la problemática de nuestra investigación por medio de una ficha de datos generales, el uso del espirómetro y una prueba de capacidad aeróbica (Cortés Cortés & Iglesias León, 2004).

**Cuantitativo:** La investigación fue de tipo cuantitativo debido a que se utilizó la recolección de datos para el análisis estadístico, su finalidad fue establecer pautas de comportamiento e interpretación de las variables (Fernández Collado & Baptista Lucio, 2014).

**De campo:** La investigación fue aplicada directamente a las personas y el lugar donde ocurre el problema estudiado, permitiendo recoger datos de fuentes de primera mano, a través de una observación estructurada y la ejecución de diversos instrumentos previamente diseñados (Guzmán, 2019).

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

La investigación fue realizada en adultos mayores expuestos al humo de biomasa, que residen en la parroquia Angochagua, cantón Ibarra, provincia de Imbabura.

### ***Población***

La población para la investigación estuvo conformada de 132 habitantes adultos mayores los cuales pertenecen a la parroquia Angochagua, cantón Ibarra, provincia de Imbabura.

### ***Criterios de Selección***

#### **Criterios de Inclusión**

- Sujetos de estudio expuestos al humo de biomasa de origen vegetal perteneciente a la parroquia de Angochagua.
- Sujetos de estudio mayor de 65 años.
- Sujetos de estudio que firmen el consentimiento informado.

#### **Criterios de Exclusión**

- Sujetos de estudio que no cumplan con los criterios de inclusión.
- Sujetos de estudio que tengan una saturación de oxígeno inferior al 80%
- Sujetos de estudio que presenten algún tipo de limitación física que le impida realizar las evaluaciones.
- Sujetos de estudio que sean fumadores crónicos.

### ***Muestra***

La muestra para la investigación se determinó mediante un muestreo no probabilístico a conveniencia mediante los criterios de selección, obteniéndose una muestra de 30 personas.

## Operacionalización de Variables

### Variables de Caracterización.

**Tabla 1.**

*Variables de caracterización.*

| <b>Variables</b> | <b>Tipos de variables</b> | <b>Dimensión</b> | <b>Indicador</b> | <b>Escala</b>        | <b>Instrumento</b>                           | <b>Definición</b>  |
|------------------|---------------------------|------------------|------------------|----------------------|--|--|
| Edad             | Cuantitativa<br>Discreta  | Grupo<br>etario  | Media de<br>edad | Mayores a<br>65 años | Ficha de datos<br>generales del<br>paciente. | La edad es un concepto lineal y que implica cambios continuos en las personas, pero a la vez supone formas de acceder o perdida de derecho a recursos, así como la aparición de enfermedades o discapacidades (Rodríguez, 2018). |
| Género           |                           | Género           |                  | Masculino            |  | Es el conjunto de características sociales, culturales, políticas, psicológicas,   |

|           |             |              |             |                                |   |
|-----------|-------------|--------------|-------------|--------------------------------|---|
|           | Cualitativa |              | Género al   |                                | jurídicas y económicas que las diferentes |
|           | Nominal     |              | que         | Femenino                       | sociedades asignan a las personas de      |
|           | Politómica  |              | pertenece   |                                | forma diferenciada como propias de        |
|           |             |              |             |                                | varones o de mujeres (Hendel, 2017).      |
|           |             |              | Bajo peso   | < 18.5<br>Kg/m <sup>2</sup>    |   |
|           |             |              | Peso normal | 18,5–24,9<br>Kg/m <sup>2</sup> |   |
| Índice de | Cualitativa |              | Sobrepeso   | 25.0–29.9<br>Kg/m <sup>2</sup> | Indicador simple de la relación entre el  |
| Masa      | Ordinal     | Peso y talla | Obesidad    | 30.0–34.9                      | peso y la talla que puede utilizarse para |
| Corporal  | Politómica  |              | grado I     | Kg/m <sup>2</sup>              | identificar el sobrepeso y la obesidad en |
|           |             |              | Obesidad    | 35,0–39,9                      | los adultos (Organización Mundial de la   |
|           |             |              | grado II    | Kg/m <sup>2</sup>              | Salud, 2021)                              |
|           |             |              | Obesidad    | > 40                           |   |
|           |             |              | grado III   | Kg/m <sup>2</sup>              |   |

|                                    |                              |                         | (OMS)      |           |  |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|------------|-----------|--|
| Exposición<br>a humo de<br>biomasa | Cuantitativa<br><br>Discreta | Tiempo de<br>exposición | Media de   | 5-10 años | La biomasa es el conjunto de la materia orgánica, de origen vegetal o animal, y los materiales que proceden de su transformación natural o artificial (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2009) |
|                                    |                              |                         | años de    | 10-20     |  |
|                                    |                              |                         | exposición | años      |  |
|                                    |                              |                         |            | 20-30     |  |
|                                    |                              |                         |            | años      |  |
|                                    |                              |                         |            | 30-40     |  |
|                                    |                              |                         |            | años      |  |
|                                    |                              |                         |            | 40-50     |  |
|                                    |                              |                         |            | años      |  |
|                                    |                              |                         |            | 50-60     |  |
|                                    | años                         |                         |            |           |  |
|                                    | 60-70                        |                         |            |           |  |
|                                    | años                         |                         |            |           |  |
|                                    | 70-80 año                    |                         |            |           |  |

*Nota.* La tabla indica las variables de caracterización usadas en la investigación.

## Variables de Interés.

**Tabla 2.**

*Variables de interés.*

| Variables          | Tipos de variables | Dimensión | Indicador      | Escala       | Instrumento  | Definición  |
|--------------------|--------------------|-----------|----------------|--------------|--------------|---|
| Capacidad aeróbica | Cualitativa        | Edad      | Zona de riesgo | Género       |              | La capacidad aeróbica es la capacidad máxima para transportar y utilizar el oxígeno y es considerada como un importante índice de acondicionamiento cardiovascular. La misma representa la capacidad máxima del sistema de transporte de oxígeno y de |
|                    |                    |           |                | F            | M            |   |
|                    | Ordinal            | Género    | Rango normal   | < 65 steps   |              |   |
|                    |                    |           |                | 75-107 steps | 87-115 steps |   |
| Dicotómica         |                    |           | 60-64          | 73-107 steps | 86-116 steps |   |

|        |                       |                 |                 |  |
|--------|-----------------------|-----------------|-----------------|--|
|        | 70-74                 | 68-101<br>steps | 80-110<br>steps | síntesis aeróbica de<br>adenosintrifosfato (ATP)<br>(Arguelles y otros, 2015). |
|        | 75-79                 | 68-100<br>steps | 73-109<br>steps |  |
|        | 80-84                 | 60-91<br>steps  | 71-103<br>steps |  |
|        | 85-89                 | 55-85<br>steps  | 59-91<br>steps  |  |
|        | 90-94                 | 44-72<br>steps  | 52-86<br>steps  |  |
| Normal | — FVC normal (> 80 %) |                 |                 | La capacidad pulmonar es la capacidad que tienen los                           |

|                    |             | Patrón                |                       |                     |  |
|--------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--|
| Capacidad pulmonar | Cualitativa | espirométrico (SEPAR) | — FVE1                | normal (> 80%)      | Espirómetro en su interior y a su vez la capacidad para moverlos (Romero y otros, 2013). |
|                    | Nominal     |                       | — FEV1/FVC            | normal (>70%)       |  |
|                    | Politómica  |                       | — FVC normal (> 80 %) |                     |  |
|                    |             | Obstrutivo            | — FEV1                | disminuido (< 80 %) |  |
|                    |             |                       | — FEV1 / FVC          | disminuido (< 70 %) |  |
|                    |             | Restrictivo           | — FVC normal (< 80 %) |                     |  |



---

— FEV1

disminuido (<

80 %)

— FEV1 / FVC

disminuido (>

70 %)

---

— FVC

disminuido (<

80 %)

— FEV1

Mixto

disminuido (<

80%)

— FEV1/FVC

disminuido (<

70%)

---

---

|             |               |                     |
|-------------|---------------|---------------------|
|             | Nivel de      | — Patrón            |
| Cualitativa | gravedad de   | obstructivo         |
| Ordinal     | los patrones  | $FEV1 \geq a 65 \%$ |
| Politémica  | espirométrico | — Patrón            |
|             | (SEPAR)       | restrictivo FVC     |
|             |               | $\geq a 65 \%$      |
|             | Leve          | — Patrón mixto      |
|             |               | informar por        |
|             |               | separado del        |
|             |               | componente          |
|             |               | obstructivo         |
|             |               | (FEV1) y del        |
|             |               | restrictivo         |
|             |               | (FVC)               |
|             | Moderado      | — Patrón            |
|             |               | obstructivo         |

---

---

FEV1 50 – 64

%

— Patrón

restrictivo FVC

de 50 – 64 %

— Patrón mixto

informar por

separado del

componente

---

— Patrón

obstructivo

FEV1 de 35 –

Severo 49 %

— Patrón

restrictivo FVC

de 35 – 49 %

---

---

|           |                          |
|-----------|--------------------------|
|           | — Patrón mixto           |
|           | informar por             |
|           | separado del             |
|           | componente               |
|           | — Patrón                 |
|           | obstructivo              |
|           | FEV1 < de 35             |
|           | %                        |
| Muy grave | — Patrón restrictivo FVC |
|           | < de 35 %                |
|           | — Patrón mixto           |
|           | informar por             |
|           | separado del             |
|           | componente               |

---

*Nota.* La tabla indica las variables de interés usadas en la investigación.

## ***Métodos y técnicas de recolección de la información***

### **Métodos Teóricos.**

- **Método inductivo:** Método basado en el razonamiento, el cual permitió pasar de hechos particulares a los principios generales. Fundamentalmente consiste en estudiar u observar hechos o experiencias particulares con el fin de llegar a conclusiones que puedan inducir, o permitir derivar de ello los fundamentos de una teoría (Prieto, 2017).
- **Método analítico:** Utilizó la descripción general de una realidad para realizar la distinción, conocimiento y clasificación de sus elementos esenciales y las relaciones que mantiene entre sí. Se basa en el supuesto de que a partir del conocimiento general de la totalidad de un suceso o realidad podemos conocer y explicar las características de cada una de sus partes y de las relaciones que existen entre ellas (Calduch, 2014).
- **Método de revisión bibliográfica:** La revisión bibliográfica es un procedimiento estructurado cuyo objetivo fue la localización y recuperación de información relevante para un usuario que quiere dar respuesta a cualquier duda relacionada con su práctica, ya sea esta clínica, investigadora o de gestión (Gálvez A. , 2002)

### **Técnicas.**

- **La encuesta:** Se encuestó de forma directa a cada sujeto de estudio, para lograr obtener la información necesaria para completar la ficha de datos generales.

### **Instrumentos.**

- **Ficha de datos generales:** Instrumento que permitió la recolección de información como la edad, talla, peso y años de exposición al humo de biomasa en los sujetos de estudio.
- **Test de marcha estacionaria de 2 minutos:** De acuerdo al estudio realizado por Rikli y Jones demuestran que el TME2 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 & Parra, 2020).

- **Espirometría:** De acuerdo al estudio realizado en Buenos Aires denominado “Valor de la espirometría para el diagnóstico de restricción pulmonar” Muestra que la sensibilidad y especificidad de esta prueba fue 42.2% y 94.3% respectivamente en los sujetos que no tenían patrones obstructivos, valor predictivo negativo de 86.6% y el valor predictivo positivo de 65.2%, en cambio en los pacientes con patrones obstructivos la sensibilidad aumentó al 75.8% con una especificidad de 65.9% (Quadrelli y otros, 2007).

**Análisis de Datos.** Una vez recolectados los datos a través de los instrumentos de evaluación se realizó una base de información en Excel la cual permitió que los datos sean analizados y presentados en tablas.

## Capítulo IV

### Análisis e Interpretación de Datos

**Tabla 3.**

*Caracterización de la muestra según su edad.*

| <b>Edad</b>     | <b>Máximo</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Media</b> |
|-----------------|---------------|---------------|--------------|
| Mayor a 65 años | 82 años       | 66 años       | 73 años      |

*Nota.* La tabla refleja los resultados de la edad de la muestra de investigación.

La caracterización de la muestra según edad presenta una media de 73, una máxima de 82 y mínima de 66 años.

De acuerdo con los datos obtenidos en un estudio realizado en Oaxaca en mujeres expuestas al humo de leña por la elaboración de tostadas indica que la muestra se formó con 80 mujeres, la edad promedio fue de  $40.1 \pm 16.0$  años. La mayoría contaba con 19 a 40 años (51.3 %), seguido del grupo entre 41 a 60 años (32.5 %), el resto fueron grupos de mujeres mayores a 61 años y menores a 18 años (11.2 % y 15.0 % respectivamente). (Ramírez y otros, 2021) Datos que difieren con nuestra investigación debido a que la edad de la muestra fue mayor a 65 años y la edad promedio fue de 73,53.

**Tabla 4.***Caracterización de la muestra según su género.*

| <b>Género</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|---------------|-------------------|-------------------|
| Masculino     | 15                | 50%               |
| Femenino      | 15                | 50%               |
| <b>Total</b>  | 30                | 100%              |

*Nota.* La tabla indica los resultados de la muestra según su género.

Los resultados obtenidos en cuanto a la caracterización de la muestra según el género indican que el masculino y el femenino se presentan con el mismo porcentaje del 50%.

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial menciona que la población total de la parroquia Angochagua de acuerdo con el Censo 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC), fue de 3263 habitantes de los cuales 244 son hombres y 322 mujeres siendo esta la más predominante (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Angochagua, 2015), por lo que los datos difieren a los de nuestra investigación.



**Tabla 5.**

*Caracterización de la muestra según su índice de masa corporal (IMC).*

| <b>Índice de masa corporal</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| Peso normal                    | 10                | 33%               |
| Sobrepeso                      | 11                | 37%               |
| Obesidad grado I               | 9                 | 30%               |
| <b>Total</b>                   | <b>30</b>         | <b>100%</b>       |

*Nota.* La tabla refleja los resultados del índice de masa corporal de la muestra de estudio.

De acuerdo con la caracterización de la muestra según el índice de masa corporal (IMC) se obtuvo un predominio de sobrepeso con un 37%, seguido del normal con un 33% y finalmente la obesidad grado I con el 30%.

Datos que coinciden con un estudio realizado en el departamento del Cauca ubicado en el sur occidente colombiano a 160 mujeres (80 expuestas a humo de leña y 80 controles no expuestas como grupo control) proyecta datos que se asemejan a los resultados obtenidos en nuestro estudio debido a que el 37,5% de las mujeres del grupo expuesto presentó sobrepeso y el 11,3% obesidad, siendo así mayor el número de personas con sobrepeso. (Rosero y otros, 2018).

**Tabla 6.**

*Caracterización de la muestra según los años de exposición al humo de biomasa.*

| <b>Exposición al humo de biomasa</b> | <b>Frecuencia</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| 40-50 años                           | 12                | 40%               |
| 50-60 años                           | 17                | 57%               |
| 70-80 años                           | 1                 | 3%                |
| <b>Total</b>                         | <b>30</b>         | <b>100%</b>       |

*Nota.* La tabla muestra los resultados de los años de exposición al humo de biomasa.

Los resultados en cuando a la caracterización de la muestra según los años de exposición al humo de biomasa indican que el 57% de los sujetos de estudio han estado expuestos de 50-60 años, seguidos del 40% de 40-50 años y finalmente con el menor porcentaje del 3% han estado expuesto de 70-80 años.

Los datos obtenidos difieren con es el estudio realizado en Popayán, Colombia a 20 pacientes mayores de 40 años con diagnóstico de EPOC ingresados en el Hospital Universitario San José indica que el 30% estuvo expuesto a humo de leña de 61-70 años, el 25% de 41-60 años, el 20% no estuvo expuesto, el 15% por más de 70 años y finalmente el 10% de 1-40 años. (Bravo y otros, 2013).

**Tabla 7.**

*Nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio, según género.*

| Capacidad<br>aeróbica | Género     |            |            |            |            |            |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                       | Femenino   |            | Masculino  |            | Total      |            |
|                       | Frecuencia | Porcentaje | Frecuencia | Porcentaje | Frecuencia | Porcentaje |
| Normal                | 4          | 13%        | 8          | 27%        | 12         | 40%        |
| Zona de<br>riesgo     | 11         | 37%        | 7          | 23%        | 18         | 60%        |
| <b>Total</b>          | 15         | 50%        | 15         | 50%        | 30         | 100%       |

*Nota.* La tabla indica los resultados del nivel de la capacidad aeróbica.

Mediante la evaluación del nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio según género, se logró evidenciar que en el femenino predomina la zona de riesgo con el 37%, mientras que el 13% está dentro de los rangos normales. En cuanto al masculino el 27% está dentro de los rangos normales y el 23% se encuentra en zona de riesgo.

Datos que difieren de una investigación similar realizada en Barranquilla, Colombia a 10 adultos mayores institucionalizados a los cuales se les aplicó el test de marcha estacionaria de 2 minutos, obteniendo como resultado que el 90% presentan una capacidad aeróbica inferior y el 10% una capacidad aeróbica normal (Chávez y otros, 2012).

Asimismo, los datos registrados en un estudio realizado en Malasia a personas de 60 años o más que realizaron el test de marcha estacionaria de 2 minutos se asemejan a los de nuestra investigación debido a que en los grupos de mayor edad (60-69 años; 70-79;  $\geq 80$  años) tuvieron niveles significativamente más bajos de rendimiento. Las mujeres ( $56,6 \pm 20,9$  veces) y los participantes con deterioro cognitivo leve ( $58,7 \pm 21,7$  veces) también tuvieron niveles significativamente más bajos de rendimiento en comparación con los hombres ( $69,1 \pm 20,7$  veces) y los participantes con cognición normal ( $63,7 \pm 21,6$  veces) (Ibrahim y otros, 2022).

**Tabla 8.**

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

| Patrón               | Género     |            |            |            |            |            |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                      | Femenino   |            | Masculino  |            | Total      |            |
|                      | Frecuencia | Porcentaje | Frecuencia | Porcentaje | Frecuencia | Porcentaje |
| <b>espirométrico</b> |            |            |            |            |            |            |
| Normal               | 4          | 13%        | 7          | 23%        | 11         | 37%        |
| Obstrutivo           | 9          | 30%        | 7          | 23%        | 16         | 53%        |
| Restrictivo          | 1          | 3%         | 1          | 3%         | 2          | 7%         |
| Mixto                | 1          | 3%         | -          | -          | 1          | 3%         |
| <b>Total</b>         | 15         | 50%        | 15         | 50%        | 30         | 100%       |

*Nota.* La tabla expone los resultados de la identificación de la capacidad pulmonar.

Los resultados obtenidos en cuanto a la identificación de la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio, según el género demuestran que en el femenino el patrón espirométrico más predominante fue el obstructivo con un 30%, seguido del normal con un 13% y con un mismo porcentaje de 3% presentaron patrón restrictivo y mixto respectivamente. En cuanto al género masculino se presenta de manera predominante el normal y obstructivo cada uno con un 23% y con un menor porcentaje del 3% un patrón restrictivo.

Estos datos difieren a los del estudio realizado en la India a 140 pacientes del sexo femenino expuestas a combustible sólido de biomasa donde indica que el 100% de las pacientes presentaron función pulmonar anormal, con el 3,57% patrón mixto, el 2,86% patrón restrictivo, y 93,57% patrón obstructivo. (Garg y otros, 2022).

Por otra parte, un estudio realizado en el Hospital Luis Vernaza en Ecuador a 735 pacientes indica que el patrón espirométrico más frecuente fue el patrón normal con un 38,36 %,

obstructivo 32,58 % y restrictivo 29,06 %. Estos datos se asemejan con el género masculino, sin embargo, difieren con los datos del género femenino. (Guamán y otros, 2019).

**Tabla 9.**

*Nivel de gravedad del patrón obstructivo de los sujetos de estudio, según género.*

| Nivel de gravedad patrón obstructivo | Género     |            |            |            |            |            |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                                      | Femenino   |            | Masculino  |            | Total      |            |
|                                      | Frecuencia | Porcentaje | Frecuencia | Porcentaje | Frecuencia | Porcentaje |
| Moderado                             | -          | -          | 3          | 19%        | 3          | 19%        |
| Severo                               | 4          | 25%        | 3          | 19%        | 7          | 44%        |
| Muy grave                            | 5          | 31%        | 1          | 6%         | 6          | 38%        |
| <b>Total</b>                         | 9          | 56%        | 7          | 44%        | 16         | 100%       |

*Nota.* La tabla muestra los resultados del nivel de gravedad del patrón espirométrico obstructivo.

Los datos obtenidos en cuanto al nivel de gravedad del patrón obstructivo de los sujetos de estudio, según el género, indica que en el femenino el 31% presenta un nivel muy grave y con el 25% un nivel severo. En cuanto al masculino con un mismo porcentaje del 19% presentaron un nivel moderado y severo respectivamente y con un menor porcentaje del 6% un nivel muy grave.

Los datos difieren de los resultados obtenidos en un estudio realizado en la India a 140 pacientes del sexo femenino expuestas a combustible sólido de biomasa indica que 131 pacientes presentaban patrón obstructivo, de las cuales 11 tenían obstrucción leve, 49 obstrucción moderada, 39 obstrucción severa y 32 obstrucción muy severa. (Garg y otros, 2022).

Así como también difieren con los datos de un estudio realizado en Colombia a 226 mineros con antecedentes de exposición al humo de leña indica que en 13,2 % de los participantes, se registraron alteraciones de tipo obstructivo (12,3 %; n=28) o restrictivo (1 %;

n=2), de los cuales el 9,8% de los mineros presentaron una gravedad leve en la espirometría, fuera obstructiva (8,8 %) o restrictiva (1 %). (González y otros, 2017).

### ***Respuestas a las Preguntas de Investigación***

#### **¿Cuál es la edad, género, IMC y los años de exposición al humo de los sujetos de estudio?**

De acuerdo con la investigación realizada a 30 adultos mayores de la Parroquia Angochagua expuestos al humo de biomasa, demuestra que la media de edad es de 73, la máxima de 82 y la mínima de 66 años. En cuanto al género, el género masculino y el femenino se presentan con el mismo porcentaje del 50%. Por otra parte, de acuerdo con el índice de masa corporal se obtuvo el predominio de sobrepeso con un 37%, seguido del normal con un 33% y obesidad grado I con el 30%. Finalmente, los datos obtenidos respecto a los años de exposición al humo indican que el 57% de los sujetos de estudio han estado expuestos de 50-60 años, seguidos del 40% de 40-50 años y del 3% han estado expuesto de 70-80 años.

#### **¿Cuál es el nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio, según género?**

Los resultados del nivel de capacidad aeróbica obtenidos a través del test de marcha estacionaria de 2 minutos, se evidenció que en el femenino predomina la zona de riesgo con el 37%, mientras que el 13% está dentro de los rangos normales. En cuanto al masculino el 27% está dentro de los rangos normales y el 23% se encuentra en zona de riesgo.

#### **¿Cuál es la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio y su nivel de gravedad, según género?**

Los resultados obtenidos en cuanto a la identificación de la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio, según el género demuestran que en el género femenino el patrón espirométrico más predominante fue el obstructivo con un 30%, seguido del normal con un 13% y con un mismo porcentaje de 3% presentaron patrón restrictivo y mixto respectivamente. En cuanto al género masculino se presenta de manera predominante el normal y obstructivo cada uno con un 23% y con un menor porcentaje del 3% un patrón restrictivo.

En cuanto a los resultados de acuerdo con el nivel de gravedad del patrón obstructivo, según género, indica que en el femenino el 31% presenta un nivel muy grave y con el 25% un



nivel severo. En cuanto al masculino con un mismo porcentaje de 19% presentaron un nivel severo y moderado respectivamente y con un menor porcentaje del 6% un nivel muy grave.

## Capítulo V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### *Conclusiones*

- Mediante la caracterización de los sujetos de estudio se evidenció que la media de edad fue de 73 años, con igual cantidad de género femenino y masculino, en los cuales predominó la presencia de sobrepeso, y la mayoría de la muestra estuvo expuesta al humo de biomasa entre 50-60 años.
- Se estableció el nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio evidenciándose predominio en el género femenino la zona de riesgo y en el masculino un nivel normal.
- Se identificó la capacidad pulmonar obteniendo resultados en el género femenino con predominio de patrón espirométrico obstructivo con nivel de gravedad muy grave, mientras que en el género masculino se presenta en su mayoría el normal y obstructivo con gravedad moderada y severa.

***Recomendaciones***

- Informar a los participantes, familiares y autoridades del GAD Parroquial de Angochagua los resultados obtenidos en la investigación para que se planteen estrategias de intervención con el fin de mejorar las variables evaluadas de los adultos mayores expuestos al humo de biomasa.
- Implementar valoraciones de la capacidad aeróbica y pulmonar en los espacios de socialización y encuentros formativos del proyecto del adulto mayor GAD Angochagua, con el fin de hacer un seguimiento a las personas que están expuestas a estos gases y partículas nocivas.
- Realizar jornadas educativas en las cuales se dé a conocer a la población sobre las consecuencias que produce el humo de biomasa y la importancia de tener ventilaciones adecuadas e instrumentos de protección personal dentro de sus cocinas ecológicas.

## Bibliografía

- D'Souza, J., Prasad, B., & Padukudru, M. (Abril de 2021). Effect of indoor air pollution on chronic obstructive pulmonary disease (copd) deaths in Southern Asia—a systematic review and meta-analysis. *Toxics*, 9(85), 85. <https://doi.org/10.3390/tóxicos9040085>
- Quintero, I. (2020). *Fundamentos para la evaluación y manejo de la vía aérea*. Editorial Universidad Icesi. <https://doi.org/10.18046/EUI/disc.2.2020>
- Alois , D., & Wagner, G. (1998). Aparato Respiratorio . En M. d. Trabajo, & O. I. OIT (Ed.), *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (pág. Capítulo 10). Madrid: Chantal Dufresne.
- Álvarez Sala , W., Cimas , H., Toña, N., & et, a. (Octubre de 2001). Recomendaciones para la atención al paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Grupo de Trabajo de la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica y de la Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria*, 28(7).
- Arguelles, A., Infante, R., Infante, A., Sánchez, Y., Casa, N., Chico, A., Estévez, M., & Castell, C. (2015). Capacidad aeróbica, fuerza muscular, niveles séricos de fosfocreatincinasa y pruebas ergométricas en pacientes con polimiositis y/o dermatomiositis. *Revista Cubana de Reumatología*, 17(1), 6-16.
- Asenjoa, C., & Pintob, R. (Enero de 2017). Características anátomo-funcionales del aparato respiratorio durante la infancia. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 28(1), 7-19. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2017.01.002>
- Barreiroa, E., Geaa, J., & Marína, J. (Noviembre de 2007). Músculos respiratorios, tolerancia al ejercicio y entrenamiento muscular en la EPOC. *Archivo Bronconeumología*, 43(3), 15-24. [https://doi.org/10.1016/S0210-5705\(09\)71003-9](https://doi.org/10.1016/S0210-5705(09)71003-9)

- Benítez, R., Torre, L., Villca, N., Del Río, R., Pérez, R., Vázquez, J., Silva, M., & Cid, S. (Abril-Junio de 2016). Espirometría: recomendaciones y procedimiento. *Revista Neumología y Cirugía de Tórax*, 75(2), 173-190. <https://doi.org/10.35366/67124>
- Bercedo, A., Úbeda, I., Juliá, J. C., & Praena, M. (2019). *Espirometría*. Madrid: Lúa ediciones 3.0.
- Betolaza, S., Spiess, C., Amaro, M., Revello, A., Rodríguez, P., Sierra, G., Tasende, A., Verde, D., & Correa, S. (Marzo de 2022). Impacto socioeconómico de pacientes asistidos en la policlínica de EPOC del Hospital Pasteur en 2018. *Revista Uruguaya de medicina interna*, 7(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.26445/07.01.1>
- Blas, L., Castillo, D., Lacalzada, O., Iturricastillo, A., & Gasteiz, V. (2017). Ejercicio aeróbico y de fuerza en personas con una enfermedad pulmonar obstructiva (EPOC): estudio de caso. *MHSalud*, 13(2), 15. <https://doi.org/https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15359/mhs.13-2.4>
- Bohannon, R., & Crouch, R. (2019). Prueba escalonada de dos minutos de la capacidad de ejercicio: revisión sistemática de los procedimientos, el rendimiento y las propiedades clinimétricas. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 42(2), 105-112. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000164>
- Bravo, M., Delgado, L., Agredo, R., Rodríguez, S., Arboleda, V., & Guerrero, N. (2013). Calidad de vida de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica que se encuentran en el servicio de hospitalización y urgencias del Hospital San José de la ciudad de Popayán. *Movimiento científico*, 7(1), 124-135.
- Cabrera, A., Carrasco, A., & Cipriano, J. (Enero-Junio de 2013). Impacto en la salud del uso de biocombustibles en el interior de las viviendas de la comunidad nativa de Lamas,

San Martín, Perú: 2013. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*, 35(1), 6-13.

Calduch, R. (2014). *Métodos y técnicas de investigación internacional*.

Castro Garcia, R. G., Pazmiño Chancay, M. J., Carreño Ramos, J. E., Rubira Clavijo, A. J., & et Al. (2021). Espirometría forzada en estudiantes de 18 a 25 años de la Universidad de Guayaquil: Valores referenciales a considerar en la post pandemia COVID 19. *Boletín de mariología y salud ambiental*, 61(1), 62-71.

Chávez, L., Niño, A., Pérez, M., & Quintero, M. V. (2012). Capacidad aeróbica en un grupo de adultos mayores institucionalizados en el distrito de Barranquilla. *Rev. salud mov*, 4(1), 19-32.

Cimas, J., Pérez, J., Calvo, E., Fernández, A., Gonzálvez, J., Lobo, M., & Mascarós, E. (2016). *Guía de procedimiento para la espirometría en atención primaria*. Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria. Retrieved 14 de Septiembre de 2022, from <http://www.samfyc.org/documentos/IDEAP%20Capitulo1.1.pdf>

Consejo Nacional de Planificación. (23 de Septiembre de 2021). Plan Nacional de Desarrollo 2021, 2025. (D. R. Fausto Ramírez, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador.

Constitución de la República del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). Quito, Pichincha, Ecuador.

Cortés Cortés, M., & Iglesias León, M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación* (Primera ed.). (A. Polkey Gómez, Ed.) Ciudad del Carmen: D.R. © Universidad Autónoma del Carmen.

Del Solar, J. A., & Florenzano, M. (Mayo de 2007). Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 18(2), 68-74.

- Díaz, E., Patiño, E., Murillo, A., & Martínez, Y. (2019). Síntomas respiratorios por inhalación de humo de leña y material particulado: revisión sistemática. *Fundación Universitaria del Área Andina*(1). <https://doi.org/10.33132/26654644.1502>
- Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). (M. Rocha Martínez, Ed.) México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Gálvez, A. (2002). Revisión bibliográfica: usos y utilidades. *Matronas Profesión*, 10(3), 25-31.
- Gálvez, A., Rodríguez, P., García, E., Rosa, A., Pérez, J., Tarraga, L., & Tarraga, P. (Enero de 2015). Capacidad aeróbica y calidad de vida en escolares de 8 a 12 años. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 27(5), 239-245. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arteri.2015.01.001>
- García, F., & Gomez, M. A. (2011). *Exploración funcional respiratoria* (17 ed.). (E. C. Arboleda, Ed.) Madrid: © NEUMOMADRID.
- García García, M. A., Ramos Bermúdez, S., & Aguirre, O. D. (Mayo-Agosto de 2016). Calidad científica de las pruebas de campo para el cálculo del VO<sub>2</sub>max. revisión sistemática. *Revista Ciencias de la Salud*, 14(2). <https://doi.org/doi:dx.doi.org/10.12804/revsalud14.02.2016.09>
- García, H. F., & Gutiérrez, S. E. (2015). Aspectos básicos del manejo de la vía aérea: anatomía y fisiología. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 38(2), 98-107.
- García, J., & Hurlé, J. M. (2020). *Anatomía humana* (Primera ed.). España: Médica panamericana.

- Garg, A., Bagri , S., Choudhary, P., Singh, D., Gupta, M., & Gaur , S. (2022). Los efectos adversos de la exposición al combustible de biomasa sólida sobre las funciones pulmonares en la población femenina no fumadora. *J Family Med Prim Care*, *11*(6), 2499-2502. [https://doi.org/10.4103/jfmipc.jfmipc\\_883\\_21](https://doi.org/10.4103/jfmipc.jfmipc_883_21)
- Garg, A., Bagri, S., & Gaur, S. (2022). Los efectos adversos de la exposición al combustible de biomasa sólida sobre las funciones pulmonares en la población femenina no fumadora. *Revista de medicina familiar y atención primaria*, *11*(6), 2499-2502. [https://doi.org/10.4103/jfmipc.jfmipc\\_883\\_21](https://doi.org/10.4103/jfmipc.jfmipc_883_21)
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Angochagua. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Ibarra, Imbabura, Ecuador.
- González, N., Díaz, S., Wilches, M., Franky, M., Méndez, C., & Herrera, A. (2017). Valoración mediante espirometría de mineros del carbón de Paipa, Colombia. *Biomédica*, *37*(4). <https://doi.org/10.7705/biomedica.v34i2.3364>
- Guamán, D., Real Cotto , J., Alvarado Franco , H., Quinto Briones , R., Idrovo Castro , K., & Jaramillo Feijoo , L. (2019). Enfermedades respiratorias crónicas y su relación con patrones espirométricos. *Revista científica digital INSPILIP*, *3*(1). <https://doi.org/10.31790/inspilip.vvii.67.g68>
- Guzmán, J. (2019). *Unidades de Apoyo para el Aprendizaje*. Retrieved 19 de Septiembre de 2022, from Técnicas de Investigación de Campo: <https://uapa.cuaieed.unam.mx/sites/default/files/minisite/static/0fecd888-6a3f-4b31-b704-a2d94e3eed72/U000308176506/index.html>
- Hall, J., Ochoa, P., Moncada, J., Ocampo, M., Martínez, I., & Martínez, M. (2015). Confiabilidad del consumo máximo de oxígeno evaluado en pruebas de esfuerzo



- consecutivas mediante calorimetría indirecta. *Nutrición Hospitalaria*, 31(4), 1726-1732. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.31.4.8487>
- Hammer, G., & McPhee, S. (2015). *Fisiopatología de la enfermedad* (8 ed.). Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Hendel, L. (2017). *Perspectivas de género*. UNICEF.
- Ibrahim, A., Ajit, D., Sumaiyah, E., Mat, A., & Shahar, S. (2022). El papel mediador del estado cognitivo en el rendimiento en la prueba de pasos de dos minutos y sus datos normativos entre las personas mayores que viven en la comunidad de Malasia. *Geriatrics Gerontology Internacional*, 22(11), 950-955. <https://doi.org/10.1111/ggi.14489>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2013). *Anuario de Estadísticas Hospitalarias Camas y Egresos 2013*. Quito: Dirección de Comunicación Social.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2009). *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*. <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-termico/biomasa>
- Junemann, A., & Legarreta, G. (Diciembre de 2007). Inhalación de humo de leña: una causa relevante pero poco reconocida de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. *Revista Argentina de Medicina Respiratoria*(2), 51-57.
- Lotero, L., & Parra, J. (2020). Test de marcha estacionaria de 2 minutos – scoping review de estudios Latinoamericanos. Cali, Colombia.
- Martínez López, E. (Enero de 2010). La capacidad aeróbica. *Educación Física Y Deporte*, 7(1-2), 71–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.17533/udea.efyd.4681>
- Martínez, E. (2002). *Pruebas de aptitud física* (Primera ed.). (S. Service, Ed.) España: Editorial Paidotribo.

- Martinez, M., Rojas, A., Lázaro, R., Meza, J., Ubaldo, L., & Castellanos, M. (Marzo de 2021). Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Bases para el médico general. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 63(3), 28-35. <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2019.63.3.06>
- Mbatchou, B., Afane Ze, E., Chebu, C., Yacouba Mapoure, N., Temfack, E., Nganda, M., & Luma, H. (2015). Efectos del humo del combustible para cocinar sobre los síntomas respiratorios y la función pulmonar en mujeres semirurales en Camerún. *Revista Internacional de Salud Ocupacional y Ambiental*, 21(1), 61-65. <https://doi.org/10.1179/2049396714Y.0000000090>
- Melgarejo, I., Balanza, E., Gómez, J., Torrez, L., & Riveros, 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 Medico Lima*, 21(3), 1359-1359.
- Ministerio de Salud Pública. (22 de Febrero de 2016). Modelo de gestión de aplicación del consentimiento informado. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (2016). *Uso e interpretación de la espirometría*. Retrieved 14 de Septiembre de 2022, from Ministerio de salud pública Colombia: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/anexo-educativo-uso-espirometria.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (09 de Junio de 2021). *Organización Mundial de la Salud*. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight#:~:text=El%20%C3%ADndice%20de%20masa%20corporal,\(kg%2Fm2\).](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight#:~:text=El%20%C3%ADndice%20de%20masa%20corporal,(kg%2Fm2).)

- Organización Mundial de la Salud. (2022). Retrieved 06 de Septiembre de 2022, from [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd))
- Pedraza Montenegro, A., Monares Zepeda, E., Aguirre Sánchez, J. S., Camarena Alejo, G., & Franco Granillo, J. (Mayo-Junio de 2017). Determinación del umbral del consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máximo) estimado por fórmula como marcador pronóstico en pacientes con sepsis y choque séptico en una unidad de terapia intensiva. *Medicina crítica (Colegio Mexicano de Medicina Crítica)*, 31(3), 145-151.
- Pérez de la Plaza, E., & Fernández, A. (2011). *Técnicas Básicas de Enfermería* (Tercera ed.). (P. S. Patricia Rayón, Ed.) Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, S.L.
- Pérez, R. (Febrero de 2005). *Medicina Laboral de Venezuela*. Retrieved 14 de Septiembre de 2022, from Manual de entrenamiento en espirometría: <https://www.medicinalaboraldevenezuela.com.ve/archivo/doc-medicina-del-trabajo/manual-espirometria-ALAT-2005.pdf>
- Prieto, B. (2017). El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. *Cuadernos de Contabilidad*, 18(46). <https://doi.org/https://doi.org/10.11144/Javeriana.cc18-46.umdi>
- Quadrelli, S., Bosio, M., Salvado, A., & Chertcoff, J. (Noviembre- Diciembre de 2007). Valor de la espirometría para el diagnóstico de restricción pulmonar. *Medicina (Buenos Aires)*, 67(6), 685-690.
- Ramírez, J., Reyes, L., Sánchez, G., Castillo, L., & Bernardino, H. (2021). La elaboración de tostadas por mujeres de la costa de Oaxaca: el sustento económico que pone en riesgo su salud. *Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 30(56). <https://doi.org/https://doi.org/10.24836/es.v30i56.974>

- Ramírez, 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>
- Rivero, D. (2019). Espirometría: conceptos básicos. *Revista Alergia México*, 66(1), 76-84. <https://doi.org/https://doi.org/10.29262/ram.v66i1.536>
- Rodríguez, N. (2018). Envejecimiento: Edad, Salud y Sociedad. *Horizonte sanitario*, 17(2), 87-88.
- Romero, A. (2010). Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles. *Revista de la real academia de ciencias exactas, físicas y naturales*, 104(2), 331-345.
- Romero, G., González, J., Rodríguez, C., Timiraos, R., Molina, A., Galego, I., García, R., González, G., & Pérez, R. (Gabriel Romero de Ávila Cabezón, Jaime González Rey, César Rodríguez Estévez de 2013). Las 4 reglas de la espirometría. *Cadernos de atención primaria*, 20(1), 7.
- Rosero, A., Perafán, J., & Cajas, N. (2018). Indicadores de hipertensión y disfunción pulmonar en mujeres expuestas a humo de biomasa en el departamento del Cauca: Efecto de variables de exposición. *Revista Salutem Scientia Spiritus*, 4(2), 1-11.
- Salabert, I., Alfonso, J., Alfonso, D., Alfonso, I., Toledo, T., & Montoro, M. (Diciembre de 2019). La enfermedad pulmonar obstructiva crónica es un problema de salud. *Revista Médica Electrónica*, 41(6).
- Salinas, E., & Gasca, V. (Septiembre-Octubre de 2009). Los biocombustibles. *El Cotidiano*(157), 75-82.

- Sánchez , T., & Concha , I. (2018). Estructura y funciones del sistema respiratorio. *Neumología pediátrica*, 13(3), 101-106. <https://doi.org/https://doi.org/10.51451/np.v13i3.212>
- Sologuren, N. (2009). Anatomía de la vía aérea . *Revista Chilena de Anestesia*, 38(2), 78-83.
- Soto Carbajal, D. (Febrero de 2022). La contaminación intramuros del humo de biomasa. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(1).
- Torres, C., García, M., & González, M. (Abril de 2016). Enfermedad pulmonar obstructiva crónica por humo de leña: ¿un fenotipo diferente o una entidad distinta? *Archivos de Bronconeumología*, 52(8), 425-431. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arbres.2016.04.004>
- Torres, N. A., & Pertuz , W. (1 de Julio de 2012). La cara. Aspectos anatómicos III – cavidad oral y cavidad nasal. *Morfología* , 4(2), 46-59.
- Vélez Solórzano , E. R., & Valarezo Molina, L. A. (Diciembre de 2021). La biomasa como fuente energética para la optimización del servicio eléctrico Caso: cantón Chone, Ecuador. *Revista Científica dominio de las ciencias*, 7(4).
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte* (Quinta ed.). España: Editorial Paidotribo.

## Anexos

## Anexo 1. Aprobación de anteproyecto



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

**Resolución Nro. 0467-HCD-FCSS-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 República (...)".

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 de 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         | "ACTUACIÓN FISIOTERAPÉUTICA EN PACIENTE ONCOLÓGICO PULMONAR, CON ENFERMEDAD CEREBRO VASCULAR ISQUEMICA, 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 ATUNTAQUIL, 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 TULCAN, 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    |

1

| ESTUDIANTE                      | TEMA  | TUTOR/DIRECTOR         |
|---------------------------------|---|------------------------|
| Vasquez 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 Anahi 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   |
| Pailacho 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 CAHUASQUIL, URQUIQUI 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 Hector 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 ITALQUIL, 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-IFM-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 (...).

## Anexo 2. Oficio de autorización del GAD Parroquial de Angochagua



**Oficio Nro.514- GADPRA-2022**  
Angochagua, 23 de diciembre del 2022


Magister  
Widmark Báez MD  
**DECANO DE LA FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD UNIVERSIDAD  
TECNICA DEL NORTE**  
Presente. -


Reciba un atento y cordial saludo de parte del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Angochagua y a su vez deseándole éxitos en sus delicadas funciones que desempeña.

En atención al oficio Nro.1995-D-FCS-UTN, recibido con fecha 12 de diciembre del 2022 en el cual manifiesta lo siguiente (...) "*solicita comedidamente autorice el ingreso a la señorita estudiante de la carrera de Fisioterapia ESTEVEZ CASTILLO KARLA VANESSA, para realizar la evaluación de capacidad aeróbica y pulmonar para el desarrollo de tesis "Capacidad aeróbica y pulmonar en 'personas expuestas a humo de biomasa en la parroquia de Angochagua'". (...)*

Al respecto me permito informar que se **AUTORIZA** a la estudiante mencionada anteriormente, a realizar la evaluación de capacidad aeróbica y pulmonar dentro de la Parroquia de Angochagua, por lo tanto, se pide coordinar con la Coordinadora de Sectores Prioritarios.

Por la atención que se digna dar a la presente solicitud, anticipo mi sincero agradecimiento.

Atentamente  
  
Ing. Rosa Colimba  
**PRESIDENTA DEL GAD PARROQUIAL DE ANGOCHAGUA**  
C.I. 100252853-5



## 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:

**TEMA:** "CAPACIDAD AÉROBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA DE ANGOCHAGUA, IBARRA 2022-2023".

#### DETALLE DE PROCEDIMIENTOS:

El estudiante de la carrera de Fisioterapia de la Universidad Técnica del Norte, realizará evaluaciones mediante el uso de 3 instrumentos, con el fin de recolectar datos generales de la población, exposición a humo de biomasa de origen vegetal, capacidad aeróbica y 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 la disminución de la capacidad aeróbica y pulmonar por la exposición del humo de biomasa.

**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. [ctorresa@utn.edu.ec](mailto:ctorresa@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: ..... el ..... de ..... del 2022.

**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 habitantes de la Parroquia Angochagua, Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura para determinar 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 03 / Mes Noviembre / Año 2022

Paciente: Yanez Tito, Guineola

Edad: ---

Género: Masculino  Femenino  Otros

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

De haber contestado si en la pregunta anterior:

¿Cuántos años lleva expuesto al humo de leña? 54 años

Alguna vez ha presentado hábitos de tabaquismo: Si  No

De haber contestado si en la pregunta anterior:

**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

¿Cuántos años mantiene el consumo de tabaco? 50 años

Fuma actualmente cigarrillo: Si  No

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

Activo:  Pasivo:  Ninguna:

Peso (Kg): 66.5 Talla (m): 1.74

IMC (Kg/m<sup>2</sup>): 30.04  
Obesidad grado I

**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. Hoja de recolección de datos del test de marcha estacionaria de 2 minutos



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCION Nro. 001 – 073 – CEAACE5 – 2013 – 13

Ibarra – Ecuador

CARRERA DE FISIOTERAPIA

### INTERPRETACION DE RESULTADOS - TEST DE MARCHA ESTACIONARIA DE 2 MINUTOS

| FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS-TEST DE MARCHA ESTACIONARIA DE 2 MINUTOS |          |                                |                                  |                    |                         |                         |
|--|----------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| Fecha  | DD       | MM                             | AAAA                             | Número de paciente |                         |                         |
|  | 10       | Febrero                        | 2023                             |                    |                         |                         |
| Datos iniciales  |          |                                | Datos Finales                    |                    |                         |                         |
| Frecuencia cardiaca (Lpm)  | Spo2 (%) | Frecuencia respiratoria        | Frecuencia cardiaca (Lpm)        | Spo2 (%)           | Frecuencia respiratoria | Tensión arterial (mmHg) |
| 94   | 85       | 24                             | 112                              | 84                 | 28                      | 135/85                  |
| Percepción del esfuerzo (Borg) 0                                       |          | Tensión arterial 132/81 (mmHg) | Percepción del esfuerzo (Borg) 4 |                    | Número de pasos 59      |                         |

#### Razón suspensión de prueba

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

## Anexo 6. Hoja de recolección de datos de espirometría



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001 - 073 - CEAACES - 2010 - 10

Ibarra - Ecuador

## CARRERA DE FISIOTERAPIA

## PATRONES ESPIROMÉTRICOS- NIVEL DE GRAVEDAD

| Patrón espirométrico (SEPAR) | Normal             | FVC normal ( $> 80\%$ )<br>FEV1 normal ( $> 80\%$ )<br>FEV1 / FVC normal ( $> 70\%$ )                   |
|------------------------------|--------------------|---|
|                              | <b>Obstrutivo</b>  | FVC normal ( $> 80\%$ )<br>FEV1 disminuido ( $< 80\%$ )<br>FEV1 / FVC disminuido ( $< 70\%$ )           |
|                              | <b>Restrictivo</b> | FVC disminuido ( $< 80\%$ ):<br>FEV1 normal o disminuido ( $< 80\%$ )<br>FEV1 / FVC normal ( $> 70\%$ ) |
|                              | <b>Mixto</b>       | FVC disminuido ( $< 80\%$ )<br>FEV1 disminuido ( $< 80\%$ )<br>FEV1/FVC disminuido ( $< 70\%$ )         |

Nivel de gravedad de los patrones espirométricos (SEPAR)

Patrón obstructivo

FEV1

|                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| <b>Leve</b>      | • Mayor o igual a 65% |
| <b>Moderado</b>  | • 50 - 64 %           |
| <b>Severo</b>    | • 35 - 49 %           |
| <b>Muy grave</b> | • < de 35 %           |

Nivel de gravedad de los patrones espirométricos (SEPAR)

Patrón restrictivo

FVC

|                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| <b>Leve</b>      | • Mayor o igual a 65% |
| <b>Moderado</b>  | • 50 - 64 %           |
| <b>Severo</b>    | • 35 - 49 %           |
| <b>Muy grave</b> | • < de 35 %           |

## Anexo 7. Abstract



### ABSTRACT

"AEROBIC AND PULMONARY CAPACITY IN PEOPLE EXPOSED TO BIOMASS SMOKE, IN ANGOCHAGUA PARISH, IBARRA 2022-2023".

**Author:** Estévez Castillo Karla Vanessa

**Email:** [kvestevezc@utn.edu.ec](mailto:kvestevezc@utn.edu.ec)

The exposure to biomass smoke for short or long periods of time is considered to be a risk factor for the reduction of aerobic, lung capacity, and the development of acute or chronic respiratory diseases. The objective of this research was to evaluate the aerobic and lung capacity in people exposed to biomass smoke in "Angochagua" parish.

The research design was non-experimental, cross-sectional, descriptive, quantitative, and field. It was considered a determined sample in a non-probabilistic way by convenience through selection criteria, resulting in 30 adults over 65 years of age. Data was collected using a general data sheet, spirometry, and a 2-minute stationary Gait test. Regarding the findings through the characterization of the sample, it was evidenced an average of female and male people aged 73 with overweight predominance who have been exposed to biomass smoke from 50 to 60 years. In terms of aerobic capacity, a large part of the female gender was found to be in the risk zone, while males are within the normal ranges. Finally, regarding lung capacity, the obstructive spirometry pattern in females was the one with the highest prevalence with a very severe level of affection, on the other hand, the majority of males showed a normal and obstructive pattern with moderate and acute severity.

**Keywords:** biomass, smoke, exposure, aerobic capacity and pulmonary capacity.


Juan de Velasco 2-39 entre Salinas y Juan Montalvo  
062 997-800 ext. 7351 - 7354  
Ibarra - Ecuador

[gerencia@lauemprende.com](mailto:gerencia@lauemprende.com)  
[www.lauemprende.com](http://www.lauemprende.com)  
Código Postal: 100150

Reviewed By:

MSc. Roberto Vaca  
Capacitador de Inglés  
La U. Emprende E.P.

## Anexo 8. Turnitin

|  <span style="float: right;">Identificación de reporte de similitud. oid:21463:217283515</span> |                                    |
|--|------------------------------------|
| NOMBRE DEL TRABAJO   | AUTOR                              |
| <b>Karla-Estévez- TESIS FINAL.docx</b>   | <b>KARLA ESTEVEZ</b>               |
| RECuento DE PALABRAS   | RECuento DE CARACTERES             |
| <b>15680 Words</b>   | <b>84629 Characters</b>            |
| RECuento DE PÁGINAS  | TAMAÑO DEL ARCHIVO                 |
| <b>97 Pages</b>  | <b>3.7MB</b>                       |
| FECHA DE ENTREGA   | FECHA DEL INFORME                  |
| <b>Mar 23, 2023 10:22 AM GMT-5</b>   | <b>Mar 23, 2023 10:24 AM GMT-5</b> |

● **9% de similitud general**

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

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 68 palabras)



MSc. Katherine Esparza E.  
DIRECTORA DE TESIS

## Anexo 9. Evidencia fotográfica



*Ilustración 1 Toma de datos generales: peso*



*Ilustración 2 Toma de datos generales: talla*



*Ilustración 3 Evaluación de la capacidad pulmonar por medio de espirometría*



*Ilustración 4 Evaluación de la capacidad aeróbica por medio del test de marcha estacionaria de 2 minutos*