



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

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

**“FUNCIÓN PULMONAR Y CAPACIDAD AERÓBICA EN FUMIGADORES
EXPUESTOS A AGROQUÍMICOS, COMUNIDAD LAS JUNTAS, TULCÁN
2025-2026”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Licenciatura en
Fisioterapia

Línea de Investigación: Salud y bienestar integral

AUTOR:

Emily Juliana Yandún Benavides

DIRECTOR:

MSc. Verónica Alexandra Celi Benalcázar

Ibarra - Ecuador – 2026



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			
Cédula de identidad:	045003725-4		
Apellidos y nombres:	Yandún Benavides Emily Juliana		
Dirección:	Tulcán		
Email:	ejyandunb@utn.edu.ec		
Teléfono fijo:	06-2986870	Teléfono Móvil:	0969471218

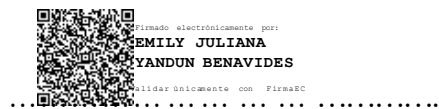
Datos de la Obra	
Título:	“FUNCIÓN PULMONAR Y CAPACIDAD AERÓBICA EN FUMIGADORES EXPUESTOS A AGROQUÍMICOS, COMUNIDAD LAS JUNTAS, TULCÁN 2025-2026”
Autor (es):	Yandún Benavides Emily Juliana
Fecha: (a-m-d)	2026-03-16
Solo para Trabajos de Titulación	
Programa:	☒ PREGRADO ☐ POSGRADO
Título por el que opta:	Licenciatura en Fisioterapia
Director:	MSc. Verónica Alexandra Celi Benalcázar
Asesor	MSc. Cristian Santiago Torres Andrade

2. CONSTANCIAS

El (los) autor (es), manifiesta (n) 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 (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de marzo del 2026

EL AUTOR



Yandún Benavides Emily Juliana

0450037254

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 16 de marzo del 2026

MSc. Verónica Alexandra Celi Benalcázar

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo a su presentación para los fines legales pertinentes.



Lic. Verónica Alexandra Celi Benalcázar MSc

C.C.: 1716201817

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del trabajo de Integración Curricular titulado: **“FUNCIÓN PULMONAR Y CAPACIDAD AERÓBICA EN FUMIGADORES EXPUESTOS A AGROQUÍMICOS, COMUNIDAD LAS JUNTAS, TULCÁN 2025-2026.”**

Elaborado por **Yandún Benavides Emily Juliana**, previo a la obtención del título de LICENCIADA(O) EN FISIOTERAPIA, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



Firmado electrónicamente por:
**VERONICA ALEXANDRA
CELI BENALCAZAR**
Validar únicamente con FirmaEC

.....
Lic. Verónica Alexandra Celi Benalcázar MSc - **DIRECTOR**

CC: 1716201817



Firmado electrónicamente por:
**CRISTIAN SANTIAGO
TORRES ANDRADE**
Validar únicamente con FirmaEC

.....
Lic. Cristian Santiago Torres Andrade MSc - **ASESOR**

CC: 1003649686

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación representa la culminación de un esfuerzo sostenido y la materialización de un sueño. Dedico este logro con profundo afecto y gratitud inextinguible a los pilares de mi vida.

A mis amados padres, Víctor Yandún y Narciza Benavides; dimensión de este triunfo es inseparable de su influencia. A ustedes les debo el inicio de este camino por haber inculcado en mí los valores de la disciplina, la honestidad y la perseverancia. Su fe en mis capacidades nunca decayó, incluso en los momentos más desafiantes. Este logro no es solo mío, es la prueba viva de su inmenso sacrificio y amor. Los amo con el alma, gracias por ser mi ejemplo.

A mis hermanos, Jairo y Edison, por su apoyo incondicional y su presencia reconfortante. Sus palabras de aliento y su comprensión durante las largas jornadas de estudio fueron esenciales para mantener el equilibrio emocional.

A mi hermana Gabriela, gracias por la complicidad, el esfuerzo compartido y el apoyo incondicional; sin duda fuiste mi luz en los momentos de oscuridad y la voz que nunca dejó de recordarme lo lejos que podía llegar. Este logro es tan tuyo como mío.

A mis sobrinos, David y Sofía, quienes han sido parte fundamental en estos cuatro años. Representan la luz brillante de mi vida; su alegría y ternura me impulsaron a esforzarme por ser mejor persona. Que esos ojitos llenos de brillo me acompañen siempre.

Finalmente, reconozco con orgullo mi propio camino, la resiliencia y el firme compromiso que demostré. Por enfrentar las noches de desvelo, por batallar contra el agotamiento y por elegir siempre la constancia. Esta tesis es el testimonio tangible de mi crecimiento personal, mi lucha silenciosa y mi capacidad de superación. Hoy me abrazo con un profundo orgullo y una gratitud plena, porque no me rendí.

Con orgullo y gratitud: lo logramos

Emily Juliana Yandún Benavides

AGRADECIMIENTO

Termino esta etapa con infinita gratitud hacia todas las personas que me acompañaron y apoyaron a lo largo de este proceso de crecimiento, tanto académico como personal.

En primer lugar, a mis padres, quienes fueron los promotores de mis sueños, gracias por desear y anhelar lo mejor para mí. A pesar de la distancia, ustedes me enseñaron a no rendirme, a confiar en mis capacidades, pero sobre todo a luchar por mis sueños con responsabilidad y disciplina. Todo lo que he logrado es el reflejo de sus enseñanzas y la culminación de su silencioso sacrificio.

A Jairo, Edison y Gabriela, mis compañeros de vida y apoyo constante. Gracias por ser mis pilares en los desafíos y por compartir conmigo la alegría de cada logro. Su presencia en cada etapa ha sido fundamental.

A mis sobrinos Sofia y David, quienes hicieron que este camino fuera mucho más llevadero. Les agradezco inmensamente por creer en mí; a pesar de su corta edad, sus palabras tuvieron poder para impulsarme y confiar en mi propio potencial.

Reconozco el esfuerzo de todos los docentes que formaron parte de mi formación académica. Gracias por no ser solo transmisores de conocimientos, sino guías que aportaron con dedicación y entusiasmo en cada clase. Su enseñanza fue clave para llegar a este momento y cerrar esta etapa con la motivación de dejar mi huella en el ámbito profesional. De manera especial, agradezco a mi directora, Msc. Verónica Celi, y a mi asesor, Msc. Cristian Torres, por su apoyo, experiencia, paciencia y valiosos consejos que hicieron posible el desarrollo de este proyecto.

Y finalmente, a mis amigos de clase, con un cariño especial para Alison, Melany, Cristian, Valeria, Najary y Leonela, cuyo apoyo hizo que cada desafío fuera más llevadero y cada momento mucho más especial. Más allá de las jornadas de estudio, me llevo las risas y las vivencias que ahora perduran como recuerdos invaluable.

Emily Juliana Yandún Benavides

RESUMEN

La función pulmonar es la capacidad de los pulmones para realizar el intercambio gaseoso y suministro de oxígeno al organismo. Esta función se relaciona con el consumo máximo de oxígeno durante la actividad física, el cual puede verse comprometido por la exposición a agroquímicos, generando efectos adversos en la salud. El objetivo de este estudio fue evaluar la función pulmonar y capacidad aeróbica en fumigadores expuestos a los agroquímicos en la comunidad las Juntas-Tulcán. Se trata de una investigación no experimental, de corte transversal, de tipo descriptivo y con un enfoque cuantitativo, en una población de 54 fumigadores. Los datos se recolectaron mediante una ficha de datos generales, un espirómetro calibrado y el test validado Queen's College Test. Los resultados en cuanto a la edad evidenciaron mayor presencia de fumigadores adultos jóvenes y adultos medios, con el 37%, para ambos grupos de edad, predominó el sexo masculino con el 63% y en su mayoría el tiempo de exposición a agroquímicos fue de entre 12 a 18 años. Respecto a la función pulmonar, el 59.3% presentó un patrón espirométrico normal, mientras que el 40,7% manifestó un patrón espirométrico restrictivo; por su parte, el 51.9% de los fumigadores mostró un nivel superior de capacidad aeróbica. En conclusión, la mayoría de fumigadores mostraron una función pulmonar normal y capacidad aeróbica superior, sin embargo, cerca de la mitad de participantes presentan patrón espirométrico restrictivo.

Palabras clave: función pulmonar, capacidad aeróbica, agroquímicos, espirometría, salud ocupacional, fumigadores.

ABSTRACT

Pulmonary function refers to the lungs' ability to perform adequate gas exchange and supply oxygen to the body. It is closely related to maximal oxygen consumption during physical activity. However, chronic exposure to agrochemicals may impair respiratory function and produce adverse health effects. The objective of this study was to evaluate pulmonary function and aerobic capacity in fumigators exposed to agrochemicals in the Las Juntas–Tulcán Community. A non-experimental, crosssectional, descriptive study with a quantitative approach was conducted among 54 fumigators. Data collection included a general information form, spirometric assessment using a calibrated spirometer, and evaluation of aerobic capacity through the validated Queen's College Step Test. The results showed that 37% of participants were young adults and 37% were middle-aged adults, with a predominance of males (63%). Most participants reported 12 to 18 years of occupational exposure to agrochemicals. Regarding pulmonary function, 59.3% demonstrated a normal spirometric pattern, while 40.7% presented a restrictive pattern. In terms of aerobic capacity, 51.9% of fumigators achieved a superior classification. In conclusion, although most fumigators exhibited normal pulmonary function and superior aerobic capacity, a considerable proportion presented a restrictive spirometric pattern, suggesting potential respiratory effects associated with occupational exposure.

Keywords: pulmonary function; aerobic capacity; agrochemicals; spirometry; occupational health; fumigators.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	7
RESUMEN	8
ABSTRACT.....	9
ÍNDICE DE CONTENIDOS	10
ÍNDICE DE TABLAS	14
ÍNDICE DE FIGURAS.....	15
INTRODUCCIÓN	16
Problema.....	16
Justificación.....	18
Objetivos.....	19
Objetivo General	19
Objetivos Específicos.....	19
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.....	20
Antecedentes.....	20
Fundamentación teórica.....	21
Anatomía del sistema cardiorrespiratorio	21
Corazón	21
Vías aéreas superiores	22
Nariz y fosas nasales	22
Cavidad oral	22
Faringe.....	22
Nasofaringe	23
Bucofaringe	23
Laringofaringe.....	23
Laringe	23

Vías aéreas inferiores.....	24
Tráquea.....	24
Bronquios	24
Alvéolos	24
Pulmones.....	24
Músculos respiratorios.....	25
Músculos inspiratorios	25
Músculos espiratorios.....	25
Fisiología del sistema respiratorio:.....	26
Ventilación pulmonar.....	26
Intercambio de gases	26
Transporte de gases en sangre.....	26
Volumen y capacidad pulmonar	27
Efectos en el sistema respiratorio de la exposición de agroquímicos.....	28
Espirometría.....	28
Capacidad aeróbica.....	29
VO2Max	30
Factores que inciden en la capacidad aeróbica	30
Fumigación	31
Métodos de aplicación.....	31
Vías de exposición a agroquímicos	32
Equipo de protección personal	32
CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS	33
Diseño y tipo de Investigación	33
Diseño del estudio	33
Tipo de investigación	33
Métodos, Técnicas e Instrumentos De Investigación	34
Métodos.....	34

Técnicas.....	34
Instrumentos	34
Preguntas de investigación	37
Matriz de operacionalización de variables	38
Participantes.....	44
Población investigada.....	44
Criterios de selección para la población de estudio.....	44
Procedimiento.....	45
Análisis de datos.....	45
Marco Legal y Ético	46
Constitución de la república del Ecuador.....	46
Ley Orgánica de Salud del Derecho a la Salud y su protección.....	46
Plan Nacional de Desarrollo “Ecuador no se detiene” 2025-2029.....	47
Marco Ético	48
Declaración de Helsinki	48
Consentimiento informado	49
CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
Análisis e interpretación de datos	50
Respuestas a las preguntas de investigación.....	55
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
ANEXOS	68
Anexo 1. Resolución de Aprobación de Tema	68
Anexo 2. Revisión de similitud (Compilation).....	72
Anexo 3. Abstract aprobado	73
Anexo 4. Oficio de autorización GAD	74
Anexo 5. Consentimiento informado.....	76

Anexo 6. Ficha de datos generales	78
Anexo 7. Espirometro Contec Sp80b	79
Anexo 8. Resultado espirometría.....	80
Anexo 9. Ficha de recolección de datos Queen's College Test.....	81
Anexo 10. Evidencia fotográfica	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables de caracterización	38
Tabla 2. Variables de interés.....	40
Tabla 3. Caracterización de los sujetos de estudio según la edad.....	50
Tabla 4. Caracterización de la población según sexo	51
Tabla 5. Caracterización de la población según años de exposición	52
Tabla 6. Función pulmonar según los patrones espirométricos	53
Tabla 7. Evaluación de capacidad aeróbica	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Socialización del tema de investigación.....	82
Figura 2. Firma del consentimiento informado	82
Figura 3. Medición de talla.....	83
Figura 4. Medición de peso.....	83
Figura 5. Aplicación de la prueba de espirometría	84
Figura 6. Aplicación de la prueba Queen College Test	84

INTRODUCCIÓN

Problema

La función pulmonar es la capacidad de los pulmones para llevar a cabo el intercambio de gases y suministrar oxígeno a los tejidos y músculos del cuerpo (1). La capacidad aeróbica es la habilidad de realizar actividades físicas dinámicas que involucren los principales grupos musculares a una intensidad moderada o alta durante un tiempo prolongado (2).

Por otra parte, la fumigación es una práctica agrícola que busca controlar plagas, malezas, hongos, insectos y enfermedades que afectan el desarrollo de las plantas mediante el uso de agroquímicos líquidos o gaseosos. Entre estos se incluyen principalmente insecticidas y fungicidas, que se aplican tanto en el follaje como en el suelo de los cultivos (3).

De acuerdo con información de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), aproximadamente mil millones de personas trabajan en la agricultura. En Ecuador, 80.000 agricultores están expuestos a los agroquímicos durante el almacenamiento, preparación, aplicación y limpieza de equipo. Hasta 2024, el país ha reportado 161 casos de intoxicación por pesticidas, donde los hombres son los más afectados con un 75%, particularmente aquellos que tienen entre 20 y 49 años (4).

Los trabajadores expuestos continuamente a pesticidas por inhalación pueden presentar problemas respiratorios a largo plazo, debido a lesiones en las fosas nasales, la orofaringe y los pulmones, lo que provoca inflamación en las vías respiratorias (5).

Estas labores agrícolas pueden favorecer la aparición de enfermedades respiratorias obstructivas, como bronquitis crónica y EPOC. Además, pueden presentarse síntomas como dificultad para respirar, irritación ocular, sequedad de las mucosas nasales, secreción nasal y tos crónica, lo que ocasiona un deterioro del sistema respiratorio(6).

Los agroquímicos son sustancias químicas tóxicas que pueden ser ingeridas, inhaladas o absorbidas a través de la piel al mezclar, aplicar o manipular estos productos. Debido a la gravedad de esta situación, es necesario proporcionar equipos de protección personal y guías sobre su manejo adecuado para garantizar un procedimiento seguro (7).

El cáncer de pulmón es la principal causa de mortalidad por cáncer a nivel mundial. Aunque se reconoce que el tabaquismo es uno de los factores más relevantes en su desarrollo, actualmente se ha demostrado que la exposición constante a ciertos pesticidas también puede contribuir a su aparición y progresión (8).

El uso frecuente de pesticidas organofosforados altera la función del sistema respiratorio y cardiovascular al bloquear la colinesterasa, lo que incrementa la actividad colinérgica e induce inflamación prolongada en las vías respiratorias. Esto perturba la ventilación pulmonar y reduce la capacidad física, ocasionando un transporte ineficiente de oxígeno hacia los músculos durante la actividad física (9).

En la actualidad, la aplicación de productos químicos en la agricultura ha aumentado con el objetivo de optimizar la producción de cultivos y reducir pérdidas. Sin embargo, esta exposición continua puede provocar cambios en la expresión de genes relacionados con el control de la homeostasis celular y favorecer el desarrollo de enfermedades a largo plazo (10).

De acuerdo con la revisión bibliográfica, existen pocos estudios que aborden la función pulmonar y la capacidad aeróbica en fumigadores. Por ello, se considera importante profundizar en esta investigación para generar evidencia que permita diseñar estrategias de prevención efectivas.

Justificación

La investigación se realizó con la finalidad de evaluar la función pulmonar y capacidad aeróbica en fumigadores expuestos a agroquímicos, en la comunidad Las Juntas, pues los fumigadores manipulan los agroquímicos sin equipos de protección por comodidad y rapidez, lo que desarrolla alteraciones en el sistema cardiorrespiratorio.

Fue viable debido a que se contó con la autorización del presidente de la comunidad y la participación voluntaria de cada uno de los sujetos de estudio, quienes firmaron el consentimiento informado. Además, fue factible gracias a la disponibilidad de recursos humanos, económicos, tecnológicos y bibliográficos que sustentaron los antecedentes y la problemática de la investigación; así como la utilización de tests validados y fiables como la espirometría y el Queen's College Test.

El estudio generó un impacto positivo en la salud, ya que permitió conocer si la función pulmonar y la capacidad aeróbica se ven afectadas en las personas que se encuentran en constante exposición a los agroquímicos, siendo propensas a desarrollar enfermedades respiratorias, para que a partir de ello se puedan establecer acciones de prevención. Asimismo, la investigación tuvo un impacto social significativo al contribuir a la concientización de la población sobre la necesidad del uso riguroso de los equipos de protección personal, promoviendo así mejores prácticas de seguridad laboral.

Los beneficiarios directos de este proyecto fueron los fumigadores expuestos a los agroquímicos de la comunidad Las Juntas y el estudiante investigador. Como beneficiarios indirectos se encuentran la Universidad Técnica del Norte, la Facultad de Ciencias de la Salud y la Carrera de Fisioterapia, ya que este estudio ofrecerá un aporte valioso al ámbito académico.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la función pulmonar y capacidad aeróbica en fumigadores expuestos a agroquímicos, comunidad Las Juntas, Carchi 2025-2026.

Objetivos Específicos

- Caracterizar a los sujetos de estudios según edad, sexo, peso, talla, y tiempo de exposición.
- Valorar la función pulmonar de los fumigadores.
- Identificar la capacidad aeróbica de los fumigadores.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

Antecedentes

En África, se realizó una investigación titulada “La exposición a insecticidas organofosforados y carbamatos está relacionada con cambios en la función pulmonar entre pequeños agricultores: un estudio prospectivo”, la cual analizó la relación entre la exposición subcrónica a estos insecticidas y la función pulmonar. Los resultados evidenciaron que los agricultores con mayor exposición presentaron una disminución en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁), lo que sugiere un deterioro progresivo de la función pulmonar asociado al tiempo de exposición (11).

En la investigación de Sapbamrer titulada “Cambios en la función pulmonar y los síntomas respiratorios durante la temporada de pulverización de pesticidas entre pulverizadores masculinos”, e compararon los parámetros respiratorios en labradores antes y después del período de fumigación. Los participantes fueron entrevistados y evaluados mediante espirometría, analizando los indicadores FVC, FEV₁ y flujo espiratorio máximo. Los resultados evidenciaron una disminución considerable en estos parámetros al finalizar la temporada. Además, se observó un incremento de síntomas como tos, producción de flema, silbidos en el pecho y sensación de opresión torácica (12).

El estudio de Méndez titulado “Impacto de la exposición al clorpirifos en la función pulmonar de adolescentes trabajadores agrícolas egipcios” tuvo como objetivo analizar los efectos de este pesticida en la salud respiratoria. La investigación incluyó a 206 adolescentes aplicadores y 72 no expuestos, evaluados durante siete meses mediante pruebas de espirometría y análisis de biomarcadores urinarios. Los resultados indicaron que los participantes expuestos presentaron mayor probabilidad de desarrollar sibilancias y otros síntomas respiratorios, además de evidenciarse un bajo uso de equipos de protección personal (13).

En China, se desarrolló un estudio sobre la función pulmonar en trabajadores expuestos a polvo ocupacional, con el objetivo de evaluar alteraciones respiratorias asociadas a la exposición laboral. Los hallazgos mostraron que una proporción de los trabajadores presentó valores anormales de capacidad vital forzada (FVC); el 4,25 % evidenció disminución del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁) y el 1,47 % presentó una relación FEV₁/FVC alterada. Asimismo, se observó que la frecuencia de alteraciones pulmonares aumentaba con la edad y el tiempo de exposición laboral (14).

Fundamentación teórica

Anatomía del sistema cardiorrespiratorio

Corazón

El corazón es un órgano de tejido muscular responsable de recibir y bombear sangre por todo el organismo, situado en la parte media del tórax, justo detrás del esternón. Consta de cuatro cámaras: los dos superiores se llaman aurículas derecha e izquierda, mientras que las dos inferiores son los ventrículos derecho e izquierdo (15).

Entre las aurículas y ventrículos se encuentran cuatro válvulas, que son las válvulas auriculoventriculares (tricúspide y mitral) y las válvulas semilunares (pulmonar y aórtica). Estas válvulas tienen la función de facilitar el flujo sanguíneo y prevenir el movimiento retrógrado (15).

La aurícula derecha recibe sangre desoxigenada de todo el organismo mediante la vena cava superior e inferior. Desde este punto, la sangre fluye a través de la válvula tricúspide para llenar el ventrículo derecho y luego es impulsada a través de la válvula pulmonar hacia la arteria pulmonar, que la lleva a los pulmones para su oxigenación (15).

En los pulmones, la sangre recibe oxígeno al atravesar los capilares. Esta sangre rica en oxígeno es captada por las cuatro venas pulmonares y se dirige a la aurícula izquierda, que

funciona como un reservorio para la sangre oxigenada. Desde este punto, el ventrículo izquierdo impulsa la sangre recién oxigenada hacia la circulación sistémica mediante la válvula aórtica (15).

El corazón es un órgano vital. Cuando la circulación de sangre y el aporte de oxígeno se detienen, el cerebro sufre un deterioro permanente. La parada de la función cardíaca puede originarse por el estrechamiento o por fallos de retorno en sus válvulas (15).

Vías aéreas superiores

Nariz y fosas nasales

Es el inicio de la vía aérea y principal vía del ingreso del aire, se conecta al exterior a través de las fosas nasales, a la nasofaringe por medio de las coanas, las glándulas lagrimales y los senos paranasales a través de los cornetes nasales, un tabique nasal que cumple la función de separador intermedio y con la lámina cribosa del etmoides en su parte superior. Esta estructura permite humidificar, calentar y filtrar partículas grandes del aire (16).

Cavidad oral

Es la abertura que da inicio al sistema digestivo, actuando como un paso fundamental en la degradación de alimentos, auxiliada por la secreción glandular. También modifica la producción de la voz al actuar como una caja de resonancia para los sonidos generados en la zona laríngea cuando pasa el aire. Además, se puede utilizar como vía aérea secundaria de aire, enlazando con la faringe, que es el conducto compartido entre el sistema respiratorio y el sistema digestivo (16).

Faringe

Es un tubo vertical que mide 15 cm de largo, formado principalmente por músculo y tejido fibroso, que se extiende desde la base del cráneo y fosas nasales hasta el borde inferior del cartílago cricoides, donde se conecta con el esófago. En esta estructura hay un punto de

cruce donde el sistema digestivo y respiratorio se encuentran para transportar los alimentos hacia el tracto digestivo y facilitar el flujo del aire hacia los pulmones (17).

Nasofaringe

La nasofaringe está situada detrás de las fosas nasales y por encima del paladar blando. Conecta con la trompa de Eustaquio del oído medio y contiene la amígdala faríngea. Esta región está cubierta por mucosa que ayuda a eliminar los gérmenes transportados por el aire (18).

Bucofaringe

Es la porción intermedia de la faringe, situada detrás de la cavidad bucal, y se extiende desde el paladar blando hasta la epiglotis. Se conecta con la boca por medio de las fauces. Su superficie está cubierta por un epitelio plano estratificado que no está queratinizado, a causa de la fricción producida por los alimentos. Sus funciones principales son evitar el reflujo hacia la nariz, mover el alimento, regular el paso de aire y asistir en la producción de sonidos (19).

Laringofaringe

Porción inferior de la faringe, situada entre la epiglotis y el cartílago cricoides. Esta área facilita el paso del aire hacia la laringe y orienta los alimentos hacia el esófago, apoyando así la respiración y la deglución (20).

Laringe

Órgano responsable de producir sonidos y vocalizar mediante las cuerdas vocales. Se sitúa en la región anterior del cuello, entre las vértebras C3 y C7. Está formado por cartílagos (epiglotis, tiroides y cricoides), así como por músculos y ligamentos que ofrecen soporte y flexibilidad. Su función principal es resguardar el tracto respiratorio inferior durante la deglución, con el fin de impedir que los alimentos o líquidos ingresen a la vía aérea (20).

Vías aéreas inferiores

Tráquea

Es un conducto fibromusculocartilaginoso en forma de U, que facilita el movimiento del aire al inspirar y espirar. Se extiende desde el cartílago cricoides hasta la carina y está compuesto por entre 15-20 anillos de cartílago que son incompletos, abiertos hacia atrás y cerrados por el músculo traqueal. Normalmente, está recubierto de cilios o células caliciformes, cuya función consiste en generar moco que atrapa partículas extrañas y las elimina de la vía respiratoria (21).

Bronquios

Son prolongaciones de la tráquea y sirven como el camino principal hacia los pulmones. Estas dos partes juntas conforman el árbol traqueobronquial pulmonar, cuyo propósito es llevar el aire que se inhala a los pulmones, donde la sangre desoxigenada se oxigena. El bronquio principal derecho es muy ancho, más corto y se ubica de manera vertical en relación al hilio, mientras que el bronquio principal izquierdo es más estrecho y se sitúa de forma horizontal (22).

Alvéolos

Sacos membranosos donde finalizan los bronquiolos. Al respirar, se expanden para absorber oxígeno, y al expulsar aire, se cierran para liberar dióxido de carbono. Estos pequeños sacos de aire son el sitio donde se lleva a cabo el intercambio de gases entre el aire que se inspira y la sangre (23).

Pulmones

Órgano de color rosáceo, en forma de cono, que está dentro de la caja torácica sobre el diafragma, separado por el mediastino, y rodeados por pleuras para evitar la fricción de ambos tejidos y facilitar la ventilación (24).

El pulmón derecho es más corto y ancho, se divide en 3 lóbulos (superior, medio e inferior) y cada uno de ellos se subdivide en 3 segmentos superiores: apical, anterior y posterior. El pulmón izquierdo posee 2 lóbulos (superior e inferior), el superior se divide en dos partes: apicoposterior y anterior, y el inferior en dos partes: lingular (superior e interior) y otros cuatro segmentos (superior, anteromedial, lateral y posterior) (24).

Reciben sangre desde la arteria aorta a través de las arterias bronquiales y su drenaje venoso se une al sistema venoso pulmonar total, aunque el flujo sanguíneo no es uniforme en toda el área del pulmón, ya que depende de la gravedad y presiones que afectan a los capilares (24)

Músculos respiratorios

Músculos inspiratorios

Una inspiración no forzada ocurre cuando el diafragma desciende y se expande al contraerse. Esto provoca un aumento en el volumen del tórax en la dirección vertical. La inspiración cuenta con la ayuda de los músculos intercostales paraesternales y externos, que elevan las costillas al contraerse, lo que incrementa el volumen torácico en la dirección lateral (25).

Por otro lado, en la inspiración forzada, los músculos involucrados son los escalenos, el pectoral menor y, en ciertos casos, los músculos esternocleidomastoideos. Al contraerse, estos músculos mueven las costillas hacia arriba y hacia el frente junto con el esternón, lo que aumenta el diámetro anteroposterior y permite la entrada del 25% del aire (25).

Músculos espiratorios

La espiración normal es un proceso pasivo después de que el diafragma y los músculos intercostales se relajan. Gracias a la elasticidad de los pulmones, el tórax se contrae, lo que provoca una disminución del espacio y un incremento en la presión de los alvéolos, permitiendo

así que el aire salga. Por otro lado, durante una exhalación forzada, los músculos abdominales y los intercostales internos se activan, comprimiendo el espacio en el tórax para acelerar tanto el flujo como la cantidad de aire que se expulsa (25).

Fisiología del sistema respiratorio:

Ventilación pulmonar

Es el flujo de aire hacia dentro y hacia afuera de los pulmones. Durante la ventilación pulmonar, el aire se mueve entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares debido a los cambios de presión causadas por la contracción y relajación de los músculos que participan en la respiración (26).

Intercambio de gases

El aparato respiratorio funciona como un intercambiador vital cuyo objetivo es captar oxígeno y eliminar dióxido de carbono producido por el metabolismo celular. El proceso se inicia cuando los músculos respiratorios, guiados por el sistema nervioso, movilizan el aire compuesto principalmente de nitrógeno y, en menor proporción oxígeno a través del árbol traqueobronquial hasta los alvéolos (27).

Allí, la sangre venosa que regresa de los tejidos del cuerpo cargada principalmente de CO₂ es impulsada por el ventrículo derecho hacia los capilares pulmonares. En este punto, se produce el intercambio gaseoso por difusión, donde el dióxido de carbono se transfiere a los alvéolos para ser exhalado, mientras que el oxígeno se incorpora a la sangre para que el ventrículo izquierdo la distribuya por todo el organismo (27).

Transporte de gases en sangre

La sangre transporta pequeñas porciones de oxígeno (O₂) disueltas en plasma y grandes volúmenes que se unen a la hemoglobina. El oxígeno disuelto desempeña un rol fundamental en el organismo, ya que su presión afecta la cantidad de oxígeno que puede llevar a la

hemoglobina. Igualmente, esta presión influye en la manera en que el oxígeno se adhiere y se libera de la hemoglobina, facilitando así la correcta distribución del oxígeno a los tejidos (28).

Volumen y capacidad pulmonar

Volumen corriente (VT): Es la cantidad de aire que entra y sale de los pulmones en una respiración normal, y es aproximadamente de 500 ml (29).

Volumen de reserva inspiratorio (IRV): Aire que se introduce a los pulmones al realizar una inspiración máxima desde volumen corriente, corresponde a 3000 ml (29).

Volumen de reserva espiratorio (ERV): Es el aire adicional que puede exhalarse del pulmón tras espirar a volumen corriente, corresponde a 1100 ml (29).

Volumen residual (RV): Cantidad de aire que permanece dentro del pulmón tras una espiración forzada máxima, corresponde a 1200 ml (29).

Capacidad inspiratoria: Volumen corriente más el volumen de reserva inspiratoria. Es decir, cantidad de aire que una persona puede inhalar, comenzando en el nivel espiratorio normal y distendiendo los pulmones hasta la máxima cantidad (3.500 ml) (30).

Capacidad residual funcional: Es la suma del volumen de reserva espiratorio más el volumen residual. Es decir, cantidad de aire que queda en los pulmones después de una espiración normal (2.300 ml) (30).

Capacidad vital: Máxima cantidad de aire que una persona puede expulsar de los pulmones tras llenarlos completamente hasta su capacidad total y después de exhalar la mayor cantidad posible. Es la suma entre el volumen de reserva inspiratoria más el volumen corriente y volumen de reserva espiratoria 4.600 ml (30).

Capacidad pulmonar total: Volumen máximo al que los pulmones pueden expandirse con el esfuerzo máximo posible (aproximadamente 5.800 ml); este valor corresponde a la suma entre la capacidad vital y el volumen residual (30).

Efectos en el sistema respiratorio de la exposición de agroquímicos

La exposición constante a pesticidas sin el equipo de protección personal afecta gravemente la salud. Se ha evidenciado que los trabajadores que están en contacto con organofosforados, carbamatos, piretroides y nitrilos sufren cambios en la función pulmonar debido a inflamación crónica del tejido respiratorio, daño por oxidantes y daño alveolar. Esta situación genera un engrosamiento de las vías respiratorias, producción excesiva de moco y reducción de la difusión de oxígeno, lo que limita el intercambio de gases (31).

De igual manera, estos compuestos provocan cambios en el sistema cardiovascular a través de mecanismo neurotóxicos y vasculares. Los pesticidas bloquean la acetilcolinesterasa, lo que causa una acumulación de acetilcolina y problemas en el sistema nervioso autónomo, afectando así la frecuencia y el gasto cardíaco. La exposición durante periodos prolongados también genera inflamación sistémica, daño al músculo cardíaco y problemas en el endotelio, lo que limita la capacidad del corazón para incrementar el flujo de oxígeno durante el ejercicio (32).

Espirometría

La espirometría es la prueba de función respiratoria más estandarizada y conocida. Evalúa las propiedades mecánicas del sistema respiratorio y es el estándar de oro para identificar obstrucción del flujo aéreo. Registra los flujos y volúmenes de aire que se exhalan después de una inhalación profunda. Realizar la prueba es un proceso sencillo, rápido y no invasivo. Los parámetros funcionales más relevantes que se obtienen mediante espirometría

incluyen la capacidad vital forzada (FVC), el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) y el cociente FEV1/FVC (33).

Interpretación de espirometría

En la interpretación se identifican cuatro patrones o alteraciones funcionales:

- **Espirometría normal:** Patrón espiratorio normal cuando la CVF, VEF1 mayores del límite inferior de lo normal (IC 95%) y relación VEF1/CVF mayor de 70 (33).
- **Espirometría obstructiva:** Es patrón obstrucción cuando la relación VEF1/CVF es menor de 70 (33).
 - FEV1 %p: >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 con relación VEF1/CVF aumentada (33).
- **Espirometría con defecto ventilatorio mixto, obstructivo y restrictivo:** Combinación de un patrón obstructivo y restrictivo, es decir, disminución del coeficiente VEF1/CVF y CVF (33).

Capacidad aeróbica

Capacidad para mover y emplear oxígeno, considerado como un indicador de resistencia. Esta habilidad muestra el máximo rendimiento del sistema responsable del transporte de oxígeno y la producción de adenosín trifosfato (ATP). La potencia muscular se define como la mayor energía que un músculo o grupo muscular puede producir (34).

VO2Max

Para determinar la capacidad aeróbica, la evaluación estándar se centra en la cantidad máxima de oxígeno que se puede consumir, conocida como VO2Máx, ya que el sistema cardiovascular es el encargado de suministrar oxígeno a los músculos que están en actividad. El VO2máx se cuantifica estudiando máximo consumo de oxígeno a partir de muestras de aire exhalado que se obtienen durante actividades físicas de gran intensidad. Al evaluar la capacidad aeróbica, los resultados del VO2máx suelen expresarse en relación con el peso corporal (2).

Factores que inciden en la capacidad aeróbica

Aparato ventilatorio: Capacidad de una persona para inhalar y exhalar aire de los pulmones, depende de las vías respiratorias, su permeabilidad y capacidad funcional. A la vez, el intercambio gaseoso en los pulmones está relacionado con el estado de la membrana alvéolo-capilar y la capacidad del tórax para expandirse (35).

Sangre: La hemoglobina presente en los glóbulos rojos es la sustancia encargada de transportar el oxígeno a los tejidos. Por lo tanto, la capacidad para el ejercicio físico con oxígeno está determinada también por cuánta hemoglobina hay en la sangre y cuán bien se carga de aire puro en los pulmones (35).

Corazón: Órgano muscular fuerte y resistente que impulsa el flujo sanguíneo oxigenado a los tejidos. La cantidad de sangre que el corazón expulsa por minuto se conoce como gasto cardíaco, un valor físico relevante que indica el funcionamiento del corazón, especialmente en periodos de actividad física intensa (35).

Vasos sanguíneos: La amplitud de las arterias, la cantidad y tamaño de los capilares que irrigan a los tejidos en el sistema circulatorio afectan notablemente cómo se distribuye el oxígeno en la sangre (35).

Fumigación

La fumigación consiste en la utilización de sustancias químicas para controlar la presencia de hongos patógenos, nematodos y malas hierbas. Entre sus ventajas se encuentran la disminución de enfermedades de las plantas, el incremento en la producción agrícola y el fortalecimiento de la seguridad alimentaria, lo que resulta en ventajas económicas para quienes cultivan (36).

La aplicación regular de productos químicos se lleva a cabo a menudo con mochilas de aspersión, ya sean manuales o con motor; no obstante, también se puede hacer utilizando maquinaria o mediante la aplicación aérea utilizando drones especializados en fumigación (37).

Los productos que demandan mayor cantidad de pesticidas incluyen papa, zanahoria, tomate y repollo, que requieren entre 3 y 5 meses para su recolección. El 75% de quienes aplican los agroquímicos lo hacen cada ocho y diez días, trabajando ocho horas diarias (38).

Métodos de aplicación

Aspersión: Emplea pesticidas líquidos que se rocían bajo presión desde una boquilla que regula el flujo hacia el área deseada. Esta es la técnica más común, ya sea con bombas de espalda o instaladas en tractores. La aplicación se lleva a cabo mediante barras dotadas de boquillas distribuidas o utilizando tubos de pulverización que giran, dependiendo del tipo de productos (37).

Inyección al estúpito: Consiste en perforar un orificio inclinado en el tronco para inyectar pesticidas en la planta. Es esencial tapar el corte para prevenir problemas más adelante. Esta técnica impide que se contaminen zonas adyacentes que no han sido afectadas, aunque demanda mucho trabajo manual (37).

Espolvoreo: Se emplean insecticidas en forma de polvo para esparcir. Esta técnica puede llevarse a cabo al azar, pero no permite que el fertilizante se reparta de manera uniforme en la tierra. Por ello, es preferible utilizar sembrados que sean operados por un tractor. (37).

Plaguicidas granulados: Aplicación manual cerca del tallo de la planta, utilizando equipo de protección que soporte el producto. Sin embargo, es aconsejable emplear dosificadores que operan por gravedad o vibración, controlando el flujo a través de boquillas específicas (37).

Vías de exposición a agroquímicos

Oral: Vía más común de intoxicación, lo que puede provocar serias complicaciones de salud. La ingestión de pesticidas sucede cuando los individuos que manejan estos productos no se lavan las manos antes de comer o fumar. No obstante, el público en general también puede verse afectado por la ingestión al consumir alimentos que tienen residuos de pesticidas (39).

Dermal: La exposición a través de la piel es el método más eficaz para que los fumigadores estén en contacto con pesticidas, ya sea por salpicaduras, derrames o dispersión, sobre todo durante actividades agrícolas (39).

Inhalación: Peligroso porque los pulmones son la principal ruta de absorción de pesticidas, lo que provoca una rápida entrada al torrente sanguíneo. La inhalación de grandes cantidades de ciertos pesticidas puede causar daños graves en los tejidos nasales, de la garganta y de los pulmones (40).

Equipo de protección personal

Debe ser utilizado para reducir al máximo el riesgo de intoxicaciones que implica el uso de estos productos. Su aplicación no reemplaza otras precauciones y se establece según la actividad, ya sea transporte, almacenamiento, preparación de la mezcla y aplicación (41).

CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y tipo de Investigación

Diseño del estudio

No experimental

Investigación que se realiza sin manipular intencionalmente variables y en la que solo se observan los fenómenos para después analizarlos (42). En esta investigación, las variables de interés fueron observadas y analizadas sin haber intervenido en ellas.

Corte transversal

Método de investigación que incluye individuos con o sin la condición en un momento determinado; además, el investigador no lleva a cabo ningún tipo de intervención (43). La información sobre la función pulmonar y la capacidad aeróbica se obtuvo en un solo momento.

Tipo de investigación

Descriptivo

La presente investigación caracterizó a los participantes de acuerdo con variables como la edad, el sexo y los años de exposición a los agroquímicos, aplicando criterios organizados que ayudan a determinar la estructura o el comportamiento del estudio (44).

Cuantitativo

Es un método de investigación que estudia hechos observables, medibles y replicables utilizando modelos estadísticos de codificación numérica (45). El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo, ya que se orienta hacia la recolección y el análisis de datos medibles para valorar la función pulmonar y la capacidad aeróbica de los fumigadores.

Métodos, Técnicas e Instrumentos De Investigación

Métodos

Deductivo

El estudio fue deductivo, ya que se buscó generalizar una idea partiendo desde casos específicos que derivaron en consecuencias particulares o individuales al identificar relaciones entre las variables (46).

Bibliográfico

Se utilizó un método que consiste en encontrar y extraer información de documentos relacionados con los temas importantes del estudio. Esta información provino de múltiples fuentes que respaldan los datos recopilados, lo cual fue muy beneficioso para la investigación y también contribuyó a respaldar la validación de las herramientas que se emplearon (47).

Técnicas

Encuesta

Es una técnica de recolección de datos que implica la formulación y administración de un conjunto de interrogantes con el objetivo de recolectar información sobre un asunto específico. Se utiliza con frecuencia porque facilita la obtención de datos de forma rápida y eficiente (48).

Instrumentos

Ficha de Datos Generales del Paciente

Se realizó una ficha de datos generales que permitió recolectar información beneficiosa para la investigación. Se consultó la edad, el sexo, el peso, la talla y el tiempo de exposición a agroquímicos en los sujetos de estudio para posteriormente analizarlos.

Espirómetro - Contec sp80b

De acuerdo a un estudio realizado en indonesia titulado “Respinos: Un dispositivo portátil para la monitorización remota de signos vitales en pacientes con COVID-19”, se resalta que el espirómetro de turbina, como el Contec SP80B, facilita la medición del máximo volumen de aire que se puede exhalar tras una inspiración profunda, lo que significa que el aire exhalado se mide en relación con el tiempo (49).

Calibración del instrumento.

Todos los espirómetros requieren ser calibrados o verificar su calibración. La calibración es el proceso mediante el cual se determina la relación entre el volumen que mide el sensor y el volumen real del calibrador en condiciones (50).

Queen's College Test

La prueba de escalón del Queen's College es un examen de condición física que involucra un nivel de esfuerzo moderado, diseñado específicamente para medir la capacidad cardiorrespiratoria de un individuo (51).

Esta prueba consiste en subir y bajar un escalón de 16.25 pulgadas (41,3cm) por un periodo de 3 minutos, con una tasa de 24 repeticiones por minuto para hombres y de 22 para mujeres. Al finalizar los 3 minutos, el individuo debe permanecer de pie durante 5 segundos. Después de esto, se debe tomar el pulso durante 15 segundos y multiplicar ese número por cuatro, lo que resultará en el número de latidos por minuto; a este dato se le denominará frecuencia cardiaca de recuperación (FCR), lo cual será útil para calcular el consumo máximo de oxígeno (51).

Para una estimación más precisa, utilice las siguientes ecuaciones de regresión:

- **Varones:** $VO_{2m\acute{a}x}, mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1} = 111.33 - (0.42 \times FC_{recup})$
- **Mujeres:** $VO_{2m\acute{a}x}, mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1} = 65.81 - (0.1847 \times FC_{recup})$

Validación del test

Según una investigación llevada a cabo en Colombia, se evidenció que la prueba de Queens College Step cuenta con una confiabilidad adecuada al presentar una correlación intercalase de 0,92 y una relación entre el VO₂máx y la recuperación de la frecuencia cardíaca que es considera buena ($r = -0,75$). Esto demuestra que la prueba es efectiva para este análisis, donde la recolección de datos y la elección de un gran número de participantes son aspectos fundamentales (51).

Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son las características de la población según edad, peso, talla, sexo y tiempo de exposición?
- ¿Cómo se encuentra la función pulmonar de los fumigadores expuestos a agroquímicos?
- ¿Cuál es la capacidad aeróbica de los fumigadores expuestos a agroquímicos?

Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Variables de caracterización

Variables	Tipo de Variable	Dimensión	Indicador	Escala	Instrumento	Definición
Edad	Cuantitativa	Grupo etario	Adulto joven	18 a 44 años (OMS)	Ficha de datos generales del paciente	Se refiere a las modificaciones constantes que pueden restringir o ayudar en el acceso a recursos, y que también pueden estar relacionadas con enfermedades o discapacidades (52).
	Ordinal		Adulto medio	45 a 59 años (OMS)		
	Politómica		Adulto mayor	60-74 años (OMS)		
Sexo	Cualitativa	Características biológicas	Sexo al que pertenece	Femenino		Rasgos biológicos y aspectos cromosómicos, genéticos y reproductivos que permiten clasificar a los organismos (53).
	Nominal Dicotómica			Masculino		

Años de exposición	Cuantitativa Discreta	Tiempo de exposición	Rango de años de exposición	5-11 años	La exposición prolongada a pesticidas representa un riesgo para la salud pública debido a su conexión con diversas enfermedades y efectos adversos (54).
				12 - 18 años	
				19 - 25 años	
				26 - 32 años	
				33- 39 años	

Tabla 2. Variables de interés

Variables	Tipo de Variable	Dimensión	Indicador	Escala	Instrumento	Definición
Función Pulmonar	Cualitativa Ordinal Politómica	Patrón espirométrico (SEPAR)	Normal	FVC normal (>80%)	Espirómetro Contec Sp80b	El intercambio de gases requiere que el aire sea desplazado de manera regular dentro y fuera de los pulmones (55).
				FEV1 normal (> 80 %)		
				FEV1 / FVC normal (> 70 %)		
			Obstructivo	FVC normal (> 80 %)		
				FEV1 disminuido (< 80 %).		
				FEV1 / FVC disminuido (< 70 %)		
			Restrictivo	FVC disminuido (< 80 %)		
				FEV1 normal o disminuido (< 80 %)		
				FEV1 / FVC normal (>70%)		
			Mixto	FVC disminuido (< 80 %)		
				FEV1 disminuido (< 80%)		
				FEV1/FVC disminuido (< 70%)		
	Cualitativa Ordinal Politómica	Nivel de gravedad de los patrones espirométricos	Leve	FEV 1 >70%		
			Moderado	FEV 1 60-69%		
			Moderadamente Grave	FEV1 50 – 59%		
Grave			FEV 1 35 – 49%			
Muy Grave			FEV 1 <35%			

Variables	Tipo de Variable	Dimensión	Indicador- Escala		Instrumento	Definición
Capacidad aeróbica	Cualitativa Ordinal Politómica	Altura del escalón Ritmo Duración Medición	Edad	Sexo		Queen's College Step Test
				Rango		
			20-29	Muy Pobre	<33.0 (ml • kg-1 • min-1)	
					<23.6 (ml • kg-1 • min-1)	
				Pobre	33.0-36.4 (ml • kg-1 • min-1)	
					23.6-28.9 (ml • kg-1 • min-1)	
				Promedio	36.5-42.2 (ml • kg-1 • min-1)	
				Bueno	29.0-32.9 (ml • kg-1 • min-1)	
					33.0-36.9 (ml • kg-1 • min-1)	
			30-39	Excelente	42.5-46.4 (ml • kg-1 • min-1)	
					37.0-40.9 (ml • kg-1 • min-1)	
				Superior	46.5-52.4 (ml • kg-1 • min-1)	
					>52.5 (ml • kg-1 • min-1)	
				Muy Pobre	>41.0 (ml • kg-1 • min-1)	
					<31.5 (ml • kg-1 • min-1)	
				Pobre	<22.8 (ml • kg-1 • min-1)	
					22.8-26.9 (ml • kg-1 • min-1)	
				Promedio	31.5 -35.4 (ml • kg-1 • min-1)	
				Muy Pobre	35.5 -40.9	
					27.0-31.4	

La capacidad aeróbica es la habilidad óptima para mover y aprovechar el oxígeno, y se ve como un indicador crucial de la salud del corazón y los vasos sanguíneos (56).

		(ml • kg-1 • min-1)	(ml • kg-1 • min-1)
	Bueno	41.0 -44.9 (ml • kg-1 • min-1)	31.5-35.6 (ml • kg-1 • min-1)
	Excelente	45.0 -49.4 (ml • kg-1 • min-1)	35.7-40.1 (ml • kg-1 • min-1)
	Superior	>49.5 (ml • kg-1 • min-1)	>40.1 (ml • kg-1 • min-1)
	Muy Pobre	<30.2 (ml • kg-1 • min-1)	<21.0 (ml • kg-1 • min-1)
	Pobre	30.2 -33.5 (ml • kg-1 • min-1)	21.0-24.4 (ml • kg-1 • min-1)
	Promedio	33.6 -38.9 (ml • kg-1 • min-1)	24.5-28.9 (ml • kg-1 • min-1)
40-49	Bueno	39.0 -43.7 (ml • kg-1 • min-1)	29.0-32.8 (ml • kg-1 • min-1)
	Excelente	43.8 -48.0 (ml • kg-1 • min-1)	32.9-36.9 (ml • kg-1 • min-1)
	Superior	>48.1 (ml • kg-1 • min-1)	>37.0 (ml • kg-1 • min-1)
	Muy Pobre	<26.1 (ml • kg-1 • min-1)	<20.2 (ml • kg-1 • min-1)
	Pobre	26.1 -30.9 (ml • kg-1 • min-1)	20.2-22.7 (ml • kg-1 • min-1)
	Promedio	31.0 -35.7 (ml • kg-1 • min-1)	22.8-26.9 (ml • kg-1 • min-1)
50-59	Bueno	35.8 -40.9 (ml • kg-1 • min-1)	27.0-31.4 (ml • kg-1 • min-1)
	Excelente	41.0-45.3 (ml • kg-1 • min-1)	31.5-35.7 (ml • kg-1 • min-1)
	Superior	>45.4	>35.8

		(ml • kg-1 • min-1)	(ml • kg-1 • min-1)
	Muy Pobre	<20.5 (ml • kg-1 • min-1)	<17.5 (ml • kg-1 • min-1)
	Pobre	20.5 -26.0 (ml • kg-1 • min-1)	17.5-20.1 (ml • kg-1 • min-1)
	Promedio	26.1 -32.2 (ml • kg-1 • min-1)	20.2-24.4 (ml • kg-1 • min-1)
Sobre 60	Bueno	32.2 -36.4 (ml • kg-1 • min-1)	24.5-30.2 (ml • kg-1 • min-1)
	Excelente	36.5 -44.2 (ml • kg-1 • min-1)	30.3-31.4 (ml • kg-1 • min-1)
	Superior	>44.3 (ml • kg-1 • min-1)	>31.5 (ml • kg-1 • min-1)

Participantes

Población investigada

La población para la presente investigación se obtuvo de forma no probabilística a conveniencia del investigador, según el cumplimiento de los criterios de selección, conformándose por 54 fumigadores expuestos a agroquímicos en la comunidad Las Juntas del cantón Tulcán.

Criterios de selección para la población de estudio

Criterios de inclusión

- Fumigadores que estén expuestos a agroquímicos pertenecientes a la comunidad Las Juntas.
- Fumigadores mayores a 18 años.
- Fumigadores con al menos 5 años de exposición a agroquímicos.
- Fumigadores que no utilicen equipos de protección personal durante su labor.
- Fumigadores que firmen el consentimiento informado para ser parte del proyecto de forma voluntaria.

Criterios de exclusión

- Fumigadores que hayan presentado enfermedades respiratorias agudas.
- Fumigadores con alguna lesión o discapacidad que les impida realizar alguna de las dos pruebas.

Procedimiento

La recolección de datos tuvo lugar en la comunidad Las Juntas, cantón Tulcán. Se evaluó a un total de 54 fumigadores en un período de 15 días. El tiempo promedio dedicado a la evaluación por cada participante, que incluyó la aplicación de los dos instrumentos (espirometría y Queen's College Test), fue aproximadamente de 25 minutos por individuo.

Antes de llevar a cabo la evaluación, se realizó una socialización del estudio a los participantes con el fin de explicar los objetivos y la importancia de la investigación, enfatizando la confidencialidad de la información. Se empleó una ficha de datos generales para verificar que cumplían los criterios de selección y proceder con la firma del consentimiento informado por parte del sujeto.

Posteriormente, se realizó una prueba de espirometría para analizar la función pulmonar. Antes de dar inicio al procedimiento, se proporcionaron instrucciones al participante sobre la manera adecuada de ejecutar la maniobra, que implica inhalar profundamente y al máximo, luego hacer una exhalación forzada y completa mediante la boquilla del espirómetro Contec SP80B.

Finalmente, se estableció la capacidad aeróbica máxima gracias a la aplicación del Queen's College Test. Este procedimiento demanda que el participante suba y baje de un banco estándar durante tres minutos a un ritmo constante. Al finalizar la prueba, se registró la frecuencia cardíaca del individuo. Los datos de frecuencia cardíaca obtenidos se utilizaron para determinar la condición cardiorrespiratoria, empleando la fórmula específica validada que proporciona este test.

Análisis de datos

Los datos recolectados fueron digitalizados para posteriormente analizarlos a través de programas estadísticos como Excel y Jamovi.

Marco Legal y Ético

Constitución de la república del Ecuador.

Capítulo Segundo. – Derechos del Buen Vivir

Salud

Art. 32.- *“La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir” (57).*

“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”(57).

Art. 359.- *“El sistema nacional de salud comprenderá las instituciones, programas, políticas, recursos, acciones y actores en salud; abarcará todas las dimensiones del derecho a la salud; garantizará la promoción, prevención, recuperación y rehabilitación en todos los niveles; y propiciará la participación ciudadana y el control social”(57).*

Ley Orgánica de Salud del Derecho a la Salud y su protección

CAPITULO IV

Plaguicidas y otras sustancias químicas

Art. 114.- *“La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con el Ministerio de Agricultura y Ganadería y más organismos competentes, dictará e implementará las normas*

de regulación para la utilización y control de plaguicidas, fungicidas y otras sustancias químicas de uso doméstico, agrícola e industrial, que afecten a la salud humana” (58).

Art. 115.- *“Se deben cumplir las normas y regulaciones nacionales e internacionales para la producción, importación, exportación, comercialización, uso y manipulación de plaguicidas, fungicidas y otro tipo de sustancias químicas cuya inhalación, ingestión o contacto pueda causar daño a la salud de las personas” (58).*

Art. 116.- *“Se prohíbe la producción, importación, comercialización y uso de plaguicidas, fungicidas y otras sustancias químicas, vetadas por las normas sanitarias nacionales e internacionales, así como su aceptación y uso en calidad de donaciones” (58).*

Plan Nacional de Desarrollo “Ecuador *no se detiene*” 2025-2029

Eje social

OBJETIVO 1. *“Mejorar el bienestar social y la calidad de vida de la población, para garantizar el goce efectivo de los derechos y la reducción de las desigualdades”(59).*

Política 1.3.- *“Mejorar la prestación de los servicios de salud de manera integral y con calidad, enfatizando la atención a grupos prioritarios y todos aquellos en situación de vulnerabilidad” (59).*

Estrategias

a. *Promover la salud y el bienestar de la población a lo largo del curso de vida, con un enfoque de equidad, a través de la consolidación de entornos, comunidades y hábitos saludables (59).*

b. *Incrementar la cobertura y acceso oportuno a los servicios de salud de calidad y con pertinencia cultural, provisión de medicamentos, dispositivos médicos e insumos, infraestructura y equipamiento, con énfasis en la atención a grupos prioritarios, población en situación de vulnerabilidad y pertinencia cultural (59).*

c. Implementar el marco normativo para el fortalecimiento del sistema nacional de salud, su rectoría y gobernanza, y su articulación con la medicina ancestral tradicional (59).

d. Promover la formación continua de los profesionales de la salud (59).

e. Impulsar la investigación y el desarrollo de tecnologías sanitarias y la incorporación de servicios de la medicina tradicional y comunitaria (59).

Marco Ético

Declaración de Helsinki

“La Asociación Médica Mundial (AMM) ha desarrollado la Declaración de Helsinki como una declaración de principios éticos para investigación médica con participantes humanos, incluida la investigación que utiliza material humano o datos identificables” (60).

Principios generales

“El deber del médico es promover y velar por la salud, bienestar y derechos de los pacientes, incluidos los que participan en investigación médica. Los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber” (60).

“En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la intimidad y la confidencialidad de la información personal de las personas que participan en investigación. La responsabilidad de la protección de las personas que toman parte en la investigación debe recaer siempre en un médico u otro profesional de la salud y nunca en los participantes en la investigación, aunque hayan otorgado su consentimiento” (60).

“Los médicos y otros investigadores deben considerar las normas y estándares éticos, legales y jurídicos para la investigación con participantes humanos en el país o países en la que se originó la investigación y dónde se realizará, al igual que las normas y estándares internacionales vigentes” (60).

“La investigación médica en seres humanos debe conformarse con los principios científicos generalmente aceptados y debe apoyarse en un profundo conocimiento de la bibliografía científica, en otras fuentes de información pertinente”(60).

“La participación de personas capaces de dar su consentimiento informado en la investigación médica debe ser voluntaria. Aunque puede ser apropiado consultar a familiares o líderes de la comunidad, ninguna persona capaz de dar su consentimiento informado debe ser incluida en un estudio, a menos que ella acepte libremente” (60).

“Si un individuo potencial que participa en la investigación considerado incapaz de dar su consentimiento informado es capaz de dar su asentimiento a participar o no en la investigación, el médico debe pedirlo, además del consentimiento del representante legal. El desacuerdo del individuo potencial debe ser respetado” (60).

Consentimiento informado

En la presente investigación se proporcionó un consentimiento informado a cada participante, con el fin de garantizar el respeto a los principios éticos. Se detalló de manera clara el propósito y la confidencialidad del estudio, y luego, a través de la firma, se permitió la recolección de datos utilizando los instrumentos de evaluación.

CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis e interpretación de datos

Tabla 3. *Caracterización de los sujetos de estudio según la edad*

Edad OMS	Frecuencia	Porcentaje (%)
Adulto joven 18 a 44 años	20	37 %
Adulto medio 45 a 59 años	20	37 %
Adulto mayor 60 a 74 años	14	26 %
Total	54	100%

La caracterización de los sujetos de estudio según edad demuestra que, el 37% pertenecen al grupo de adulto joven al igual que el grupo adulto medio. Mientras que, el adulto mayor corresponde al 26% de la población.

Estos resultados se asemejan con el estudio realizado en India, denominado “Quejas de salud ocupacional y características demográficas de los agricultores expuestos a agroquímicos durante la actividad agrícola” el cual reportó que el 29% de los agricultores expuestos tenía $\leq$ 30 años, mientras que el 24% se encontraba entre 46 y 60 años, evidenciando una presencia importante de población joven y adulta en actividades agrícolas con exposición a agroquímicos. (61).

Tabla 4. *Caracterización de la población según sexo*

SEXO	Frecuencia	Porcentaje (%)
Femenino	20	37 %
Masculino	34	63 %
Total	54	100 %

Los datos obtenidos en la caracterización de los sujetos de estudio según el sexo muestran que, de los 54 fumigadores evaluados, el 63% pertenece al sexo masculino, mientras que el 37% corresponde al sexo femenino.

Estos datos guardan relación con el estudio denominado “Investigación de los factores que influyen en la función de ventilación pulmonar anormal en poblaciones ocupacionalmente expuestas y establecimiento de un modelo de predicción de riesgos” realizado con 7472 trabajadores, de los cuales el 82,6% eran hombres y el 17,4% mujeres (62).

Tabla 5. Caracterización de la población según años de exposición

Años de exposición	Frecuencia	Porcentaje (%)
5-11 años	14	25.9 %
12 -18 años	17	31.5 %
19-25 años	13	24.1 %
26-32 años	8	14.8 %
33-39 años	2	3.7 %
Total	54	100%

La caracterización de la población según años de exposición indica que el 31,5% de los sujetos expuestos a agroquímicos se encuentra entre 12 y 18 años de exposición, siendo este el rango predominante. Le sigue el intervalo de 5 a 11 años con un 25,9%, y posteriormente el de 19 a 25 años con un 24,1%. Por su parte, el 14,8% corresponde al rango de 26 a 32 años, mientras que el 3,7% pertenece al grupo de 33 a 39 años, siendo este el de menor predominio.

Esta información coincide con una investigación llevada a cabo con trabajadores informales dedicados a la fumigación con plaguicidas en Colombia, donde el 67% de los participantes presentaba entre 8 y 28 años de exposición a estos agroquímicos (63).

Tabla 6. *Función pulmonar según los patrones espirométricos*

Función pulmonar	Frecuencia	Porcentaje (%)
Normal (FEV1/FVC > 70 % y FVC>80%)	32	59.3 %
Restictivo (FVC < 80 %)	22	40.7 %
Total	54	100 %

Con respecto a los datos obtenidos en la investigación, el patrón normal fue el más frecuente, presente en 59.3% de los sujetos de estudio, indicando una función pulmonar adecuada. Por su parte, el patrón restrictivo representa el 40.7%, reflejando problemas en la expansión pulmonar de los participantes.

Estos datos son similares con el estudio llamado “Factores ocupacionales que afectan la disminución de la función pulmonar entre agricultores varones que utilizan pesticidas ocupacionales en Corea del Sur” realizado con 717 agricultores expuestos a pesticidas, donde el 76,9% presentó un patrón espirométrico normal, mientras que una menor proporción evidenció alteraciones obstructivas o restrictivas en la función pulmonar (64).

Tabla 7. *Evaluación de capacidad aeróbica*

Capacidad aeróbica	Frecuencia	Porcentaje
Promedio	2	3.7 %
Bueno	5	9.2 %
Excelente	19	35.2 %
Superior	28	51.9 %
Total	54	100.0 %

En la evaluación de capacidad aeróbica, los datos obtenidos reflejan que, el nivel Superior representa el 51.9 %, seguido de Excelente con el 35.2%, mientras que el 9.2% de los participantes, se ubican en un nivel Bueno, y tan solo el 3.7% representa el nivel Promedio.

Estos resultados difieren significativamente con el estudio denominado “Estudio de VO2máx en agricultores de la provincia de la región de Systán en 2017”, que evaluó a 400 agricultores varones, reportó que la capacidad aeróbica se concentraba principalmente en niveles buenos (65).

Respuestas a las preguntas de investigación

¿Cuáles son las características de la población según edad, peso, talla, sexo y tiempo de exposición?

Una vez recopilada y analizada la información obtenida en la investigación, que involucró a 54 fumigadores expuestos a agroquímicos, se observó que, al clasificar a los participantes por edad, la mayoría se encuentra en los rangos de 18 a 44 años y de 45 a 59 años, cada uno de estos grupos representando el 37%, mientras que solo un 16% está en el intervalo de 60 a 74 años. Además, la mayoría de los fumigadores pertenecen al género masculino con el 63%, en comparación con el género femenino, que alcanzan el 37%. En relación con los años de exposición, predominan las personas con 12 a 18 años de exposición a productos químicos, que constituyen el 31.5%, seguidos por los que tienen de 5 a 11 años de exposición, con un 25.9%, luego aquellos con 19 a 25 años, representando el 24.1%, después los que han estado expuestos de 26 a 32 años, que conforman el 14.8%, y únicamente el grupo de 33 a 39 años, que representan el 3.7%.

¿Cómo se encuentra la función pulmonar de los fumigadores expuestos a los agroquímicos?

Los resultados obtenidos de la espirometría, indican que el patrón espirométrico normal es el más común, presentándose en un 59.3% de la población evaluada, mientras que un 40.7% muestra un patrón espirométrico restrictivo.

¿Cuál es la capacidad aeróbica de los fumigadores expuestos a agroquímicos?

El análisis de la capacidad aeróbica en los 54 fumigadores, revela que el 51.9%, situada en el nivel Superior, seguido del nivel Excelente con un 35.2%. Por otro lado, el 9.2% de los fumigadores tienen un nivel bueno y únicamente el 3.7 está en un nivel promedio.

CONCLUSIONES

- El rango de edad que se observó con mayor frecuencia en los fumigadores corresponde a adulto joven y adulto medio con igual porcentaje. Predominó el sexo masculino y el tiempo de exposición a agroquímicos más frecuente fue de entre los 12 a 18 años.
- En lo que concierne a la función pulmonar, se observó que la mayoría de los participantes de estudio presentaron un patrón espiratorio normal.
- Respecto a la capacidad aeróbica de los fumigadores, se identificó predominio del nivel superior.

RECOMENDACIONES

- Promover campañas y charlas de prevención sobre el uso adecuado y constante de equipos de protección personal en todas las fases de manejo de agroquímicos y fumigación, enfocándose especialmente en la formación de quienes comienzan en estas actividades, con el fin de prevenir futuras complicaciones respiratorias.
- Desarrollar programas de intervención dirigidos por personal sanitario a aquellos participantes que presenten patrones pulmonares tanto restrictivos como normales, los cuales incluyan ejercicios de expansión pulmonar para mejorar y/o mantener un buen funcionamiento pulmonar; asimismo, realizar reevaluaciones y seguimientos periódicos que permitan monitorear la función pulmonar y controlar la progresión de las afecciones causadas por la exposición a agroquímicos.
- Replicar este tipo de estudios en todas las localidades rurales del cantón Tulcán para analizar la función pulmonar y la capacidad aeróbica de los trabajadores, ya que la aplicación constante de agroquímicos en dichos sectores podría aumentar el riesgo de desarrollar afecciones respiratorias que deterioren significativamente la calidad de vida de los fumigadores y sus familias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Haddad M, Sharma S. Physiology, Lung. 2023 Jul 20. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. PubMed PMID: 31424761. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31424761/>
2. Aguilar Bolívar A, Alberto Flórez Villamizar J, Saavedra Castelblanco Y. Capacidad aeróbica: Actividad física musicalizada, adulto mayor, promoción de la salud [Internet]. Vol. 39. 2020 Sep [cited 2025 May 17]. Report. Available from: <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.67622>
3. Piracón J, Lozada M. Prácticas de fumigación en cultivadores de papa, saberes y creencias sobre los plaguicidas y la salud. Tempus Actas de Saúde Coletiva [Internet]. 2019 Jun; 8 (2): 93-108. Available from: <https://www.tempusactas.unb.br/index.php/tempus/article/view/1514>
4. Ministerio de Salud Pública (EC). Informe de la Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica sobre intoxicaciones por plaguicidas [Internet]. Quito: Ministerio de Salud Pública; 2024 [cited 2025 May 26].
5. Chittrakul J, Sapbamrer R, Sirikul W. Insecticide exposure and risk of asthmatic symptoms: A systematic review and meta-analysis. Toxics. 2021 Sep 1;9(9). doi:10.3390/toxics9090228
6. Sak ZHA, Kurtuluş Ş, Ocaklı B, Töreyn ZN, Bayhan İ, Yeşilnacar Mİ, et al. Respiratory symptoms and pulmonary functions before and after pesticide application in cotton farming. Annals of Agricultural and Environmental Medicine. 2018;25(4):701–7. doi:10.26444/aaem/99561 PubMed PMID: 30586963.
7. Ahmad MF, Ahmad FA, Alsayegh AA, Zeyauallah M, AlShahrani AM, Muzammil K, et al. Pesticides impacts on human health and the environment with their mechanisms of

- action and possible countermeasures. *Heliyon* [Internet]. 2024 Apr 15 [cited 2025 Oct 21];10(7):e29128. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e29128. PMID: 38623208; PMCID: PMC11016626. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11016626/>
8. Kim B, Park EY, Kim J, Park E, Oh JK, Lim MK. Occupational exposure to pesticides and lung cancer risk: a propensity score analyses. *Cancer Res Treat* [Internet]. 2022 Jan [cited 2025 Oct 21];54(1):130-139. doi:10.4143/crt.2020.1106. PMID: 33794084; Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8756132/>
 9. Priyadharshini UK, Latha R, Kavitha U, Nirmala N. Effects of organophosphorus pesticides on cardiorespiratory parameters among farmers. *J Clin Diagn Res*. 2017 Sep;11(9):CC01–CC04. doi:10.7860/JCDR/2017/26724.10590.
 10. Valbuena DS, Meléndez-Flórez MP, Villegas VE, Sánchez MC, Rondón-Lagos M. Daño celular y genético como determinantes de la toxicidad de los plaguicidas. *Cienc Desarro*. 2020;11(2):25–42. doi:10.19053/01217488.v11.n2.2020.11245.
 11. Hansen MRH, Jørs E, Sandbæk A, Sekabojja D, Ssempebwa JC, Mubeezi R, et al. Organophosphate and carbamate insecticide exposure is related to lung function change among smallholder farmers: a prospective study. *Thorax*. 2021 Aug;76(8):780–789. doi:10.1136/thoraxjnl-2020-214609. PMID: 33479045.
 12. Sapbamrer R, Thongtip S, Khacha-ananda S, Sittitoon N, Wunnapuk K. Changes in lung function and respiratory symptoms during pesticide spraying season among male sprayers. *Arch Environ Occup Health*. 2020 Feb;75(2):88–97. doi:10.1080/19338244.2019.1577208. PMID: 30896376.
 13. Mendez EE, Davis J, Bonner MR, Abdel Rasoul GM, Ismail AA, Hendy OM, et al. Impact of chlorpyrifos exposure on lung function in Egyptian adolescent agriculture

- workers. *Arch Environ Occup Health*. 2024;79(3–4):121–129. doi:10.1080/19338244.2024.2374582. PMID: 38993119.
14. He W, Jin N, Deng H, Zhao Q, Yuan F, Chen F, et al. Workers' occupational dust exposure and pulmonary function assessment: cross-sectional study in China. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Sep 1;19(17):10486. doi:10.3390/ijerph191710486. PMID: 36078779.
 15. Rehman I, Rehman A. *Anatomy, Thorax, Heart*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing [Internet]. 2023 Aug 28 [cited 2025 Jun 26]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470256/>
 16. Asenjo CA, Pinto RA. Características anátomo-funcional del aparato respiratorio durante la infancia. *Rev Med Clin Condes*. 2017 Jan;28(1):7–19. doi:10.1016/j.rmclc.2017.01.002.
 17. Akgoz Karaosmanoglu A, Ozgen B. Anatomy of the pharynx and cervical esophagus. *Neuroimaging Clin N Am*. 2022 Nov;32(4):791–807. doi:10.1016/j.nic.2022.07.022. PMID: 36244724.
 18. Saladin KS. *Anatomy and physiology: The unity of form and function*. 6th ed. New York: McGraw-Hill; 2011.
 19. Moore KL, Dalley AF, Agur A. *Fundamentos de anatomía con orientación clínica* [Internet]. 6th ed. Barcelona, España: Lippincott Williams & Wilkins; 2019 [cited 2025 May 31]. 60–61 p. Available from: <https://user-biackli.cld.bz/Moore-Fundamentos-de-anatomia-con-orientacion-clinica/61/>

20. Mena Canata C, Acuña Ramírez AR, Melgarejo G, Cáceres R, Tornaco R. Characterization of anatomical structures of the larynx by ultrasonography. *Int J Med Surg Sci.* 2021;8(2):1–11. doi:10.32457/ijmss.v8i2.1472.
21. Gavid M, Dumollard JM, Vergnon JM, Prades JM. Tráquea: anatomía, fisiología, endoscopia y pruebas de imagen. *EMC - Otorrinolaringol.* 2021 Oct;50(4):1–19. doi:10.1016/S1632-3475(21)45691-2.
22. Amador C, Weber C, Varacallo MA. *Anatomy, Thorax, Bronchial.* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing [Internet]. 2023 Aug 8 [cited 2025 Jun 1]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537353/>
23. Seadler BD, Kaushik R, Sharma S. *Physiology, Alveolar Tension.* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing [Internet]. 2023 May 1 [cited 2025 Jun 1]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539825/>.
24. Wąsik J, Tubbs RS, Zielinska N, Karauda P, Olewnik Ł. Lung segments from anatomy to surgery. *Folia Morphol (Warsz).* 2024 Jan;83(1):20–34. doi:10.5603/FM.a2023.0011. PMID: 36811139.
25. Fox SI. *Fisiología humana.* 12th ed. New York: McGraw-Hill; 2011. p.524–574
26. Tortora GJ, Derrickson B. *Principios de anatomía y fisiología* [Internet]. 15th ed. Medica Panamericana; 2018 [cited 2025 Jun 2]. 850–890 p. Available from: https://it.scribd.com/document/537616683/tortora-15-edicion?language_settings_changed=Italiano
27. Sánchez T, Concha I. Estructura y funciones del sistema respiratorio. *Neumol Pediatr.* 2021 Jan 5;13(3):101–6. doi:10.51451/np.v13i3.212.

28. Saavedra M, Escobar P, Caussade S. Fisiología respiratoria: transporte de gases en sangre. *Neumol Pediat* [Internet]. 2022 [cited 2025 Jun 2]; 17(3):72-75. Report. Available from: www.neumologia-pediatrica.cl
29. Cienfuegos AI, De la Torre CS. Volúmenes pulmonares. In: *Monografías separ*. Barcelona: separ; 2017. p.31-44.
30. Guyton A, Hall J. *Tratado de fisiología médica*. 13th ed. Barcelona, España: Elsevier; 2016.
31. Cohecha Cárdenas AK, Niño Martínez SV, De Arco- Canoles O. Efectos en la salud de los agricultores latinoamericanos expuestos a plaguicidas: una revisión sistemática. *Rev Salud Pública*. 2021;38(1):22-8.
32. Zago AM, Faria NMX, Fávero JL, Meucci RD, Woskie S, Fassa AG. Pesticide exposure and risk of cardiovascular disease: a systematic review. *Glob Public Health*. 2022 Dec;17(12):3944–66. doi:10.1080/17441692.2020.1808693. PMID: 32816635.
33. Rivero-Yeverino D. Espirometría: conceptos básicos. *Rev Alerg Mex*. 2019 Apr 4;66(1):76–84. doi:10.29262/ram.v66i1.536. PMID: 31013409.
34. Zayas A del C, Arguelles R, Amorós A, Bruzón Y, Figueredo N, Capote A, et al. Capacidad aeróbica, fuerza muscular, niveles séricos de fosfocreatincinasa y pruebas ergométricas en pacientes con polimiositis y/o dermatomiositis. *Rev Cubana Reumatol* [Internet]. 2015 [cited 2025 Jun 2]; 17(1):6. Available from: www.revreumatologia.sld.cu
35. Martínez E. *La capacidad aerobica*. Medellín; 2018.

36. Chellemi DO. Plant health management: soil fumigation. In: Encyclopedia of Agriculture and Food Systems [Internet]. Elsevier; 2014 Jan 1. doi:10.1016/B978-0-444-52512-3.00250-3.
37. Fernández M, Mancera M, Mancera J. Los agroquímicos: una necesidad y un riesgo. In: Sara Gallardo M, editor. Bogota: Alfaomega Colombiana S.A.; 2017.
38. Tabares LC, López A, López Y. Salud y riesgos ocupacionales por el manejo de plaguicidas en campesinos agricultores. Hacia Promoc Salud[Internet]. 2018 [cited 2025 Jul 3]. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12021522018>
39. Tudi M, Li H, Li H, Wang L, Lyu J, Yang L, et al. Exposure Routes and Health Risks Associated with Pesticide Application. Toxics [Internet]. 2022 Jun 1 [cited 2025 Jul 3];10(6):335. doi:10.3390/toxics10060335. PMID: 35736943.
40. Pacheco M, Barbona I. Manual de uso seguro y responsable de agroquímicos en cultivos frutihortícolas. 1st ed. Oviedo ER, Zárate A, editors. Bella Vista: Ediciones INTA; 2017. p. 1-50.
41. Rivero M. Manual para la aplicación de fitosanitarios [Internet]. Buenos Aires: Superintendencia de Riesgos del Trabajo; 2012 [cited 2025 Dec 8]. Available from: <http://publicaciones.srt.gob.ar/Publicaciones%20Ext/1266.pdf>
42. Martínez P. ¿Qué es la investigación no experimental según autores? [Internt]. Ciudad de México: Centro Banamex; 2023 Mar 18 [cited 2025 Dec 8].
43. Vista de Diseño de investigación de corte transversal | Revista Médica Sanitas [Internet]. [cited 2025 Dec 8]. Available from: <https://revistas.unisanitas.edu.co/index.php/rms/article/view/368/289>

44. Manterola C, Quiroz G, Salazar P, García N. Methodology of study designs most frequently used in clinical research. *Rev Med Clin Las Condes*. 2019;30(1): 36–49. doi:10.1016/j.rmclc.2018.11.005.
45. Rodríguez Rivadeneira EM. Lineamientos teóricos y metodológicos de la investigación cuantitativa en ciencias sociales. In *Crescendo. Institucional* [Internet]. 2017;8(1):121-127.
46. Prieto Castellanos BJ. El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. *Cuad. Contab*. 2018;18(46):56-82. doi:10.11144/javeriana.cc18-46.umdi.
47. Soberón UEM, Acosta Z. Fuentes de información para la recolección de Información cuantitativa y cualitativa [Internet]. Ica (PE): Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica; 2008. Available from: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/06/885032/texto-no-2-fuentes-de-informacion.pdf>
48. Casas Anguita J, Repullo Labrador JR, Donado Campos J. La encuesta como técnica de investigación. *Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos. Aten Primaria*. 2019;31(8):527-538.
49. Adiono T, Ahmadi N, Saraswati C, Aditya Y, Yudhanto YP, Aziz A, et al. Respinos: A Portable Device for Remote Vital Signs Monitoring of COVID-19 Patients. *IEEE Trans Biomed Circuits Syst*. 2022 Oct 1;16(5):947–61. doi:10.1109/tbcas.2022.3204632. PMID: 36067112.
50. Garcia-Rio F, Calle M, Burgos F, Casan P, del Campo F, Galdiz JB, et al. Espirometria. *Arch Bronconeumol*. 2016 Sep;49(9):388–401. doi:10.1016/j.arbres.2013.04.001. PMID: 23726118.

51. Galvis Rincón JC, Mejía Cano JE, Espinosa PJ. Correlación del Queen's College Step Test y ergoespirometría para estimación de VO₂max. *Rev Iberoam de Cien Act Fis Deporte*. 2020 Jul 16;9(2):94–107. doi:10.24310/riccafd.2020.v9i2.6706.
52. Rodríguez Ávila N. Horizonte sanitario. *Horiz Sanitario* [Internet]. 2018 [cited 2025 May 19];17(2):87–8. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74592018000200087&lng=es&nrm=iso&tlng=es
53. Abad-Colil F, Ramírez-Vélez R, Da Silva SF, Ramirez-Campillo R. Importance of sex/gender and its distinction in biomedical research. *Hacia Promoc Salud*. 2019;24(2): 11–13. doi:10.17151/hpsal.2019.24.2.2.
54. Shekhar C, Khosya R, Thakur K, Mahajan D, Kumar R, Kumar S, et al. A systematic review of pesticide exposure, associated risks, and long-term human health impacts. *Toxicol Rep*. 2024; 13:1–13. doi:10.1016/j.toxrep.2024.101840.
55. Cruz Agustín I, De La Sota Carazo T. Volúmenes pulmonares. In: *Manual de procedimientos de exploración funcional respiratoria* [Internet]. Madrid: Neunomadrid;2018. p.33-45.
56. Arguelles A, Infante R, Infante A, Sánchez Y, Casa N, Chico A, et al. Capacidad aeróbica, fuerza muscular, niveles séricos de fosfocreatinasa y pruebas ergométricas en pacientes con polimiositis y/o dermatomiositis. *Rev Cubana Reumatol* [Internet]. 2020;17(6). Available from: www.revreumatologia.sld.cu
57. Legislativo D. Constitución de la República del Ecuador 2008. Registro Oficial [Internet]. Quito: Registro Oficial;2008 Oct. Report. Available from: www.lexis.com.ec

58. Ministerio de Salud Pública. Ley orgánica de salud [Internet]. 2006 Dec. Report. Available from: www.lexis.com.ec
59. Secretaría Nacional de la Administración Pública y Planificación. Plan Nacional de Desarrollo Ecuador No Se Detiene 2025 – 2029. 2025 Aug. Report..
60. Asamblea Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas con participantes humanos – WMA – The World Medical. 2024. Report.
61. Venugopal D, Beerappa R, Chauhan D, Karunamoorthy P, Ambikapathy M, Mohankumar T, et al. Occupational health complaints and demographic features of farmers exposed to agrochemicals during agricultural activity. BMC Public Health. 2025 Dec 1;25(1):1–10. doi:10.1186/s12889-025-23174-5. PMID: 40634876.
62. Huang C, Liu R, Cai C, Huang L, Xia T, Luo S, et al. Investigation of factors influencing abnormal pulmonary ventilation function in occupational exposed populations and the establishment of a risk prediction model. Sci Rep. 2024 Dec 1;14(1):25215. doi:10.1038/s41598-024-76412-y. PMID: 39448756.
63. Luna-Rondón JM, Hanna-Lavalle MI, Elena-Amador C. Condición clínica y niveles de colinesterasa de trabajadores informales dedicados a la fumigación con plaguicidas. Nova [Internet]. 2019 [cited 2025 Oct 23];17(31):67–77. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000100067&lng=en&nrm=iso&tlng=es
64. Lee S, Han J, Woo SH, Lee SJ. Occupational factors affecting the decline in pulmonary function among male farmers using occupational pesticide in Gyeonggi-do, South

Korea. *Ann Occup Environ Med.* 2022;34(1):e42. doi:10.35371/aoem.2022.34.e42. PMID: 36704539.

65. Saffarian F, Ghaljahi M. Study of VO₂-max in farmers of Sistan region province in 2017. *Asian J Water Environ Pollut.* 2018 Oct 24;15(4):35–40. doi:10.3233/ajw-180055.

ANEXOS

Anexo 1. Resolución de Aprobación de Tema



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

Ibarra-Ecuador



Resolución Nro. 0105-HCD-FCCSS-2025

El Honorable Consejo Directivo la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica del Norte, en sesión ordinaria realizada del 30 de mayo de 2025, considerando;

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

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

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

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

Que el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de Grado de la Universidad Técnica del Norte, en su artículo 12, determina: Aprobación de la unidad de Integración curricular. Se considera aprobada la UIC, una vez que el estudiante haya aprobado las asignaturas que forman parte de la misma. Al concluir octavo nivel gestionara en la secretaria de carrera el acta de inicio y fin de su carrera; y una que presente este documento estará apto para sustentar su trabajo de integración curricular, o, de rendir el examen complejo, según sea el caso.

Que el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de Grado de la Universidad Técnica del Norte, en su artículo 28, determina: “*Formatos: para el desarrollo del Plan, informe y evaluación de trabajo de integración curricular se utilizaran formatos establecidos en la institución*”.

Que el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de Grado de la Universidad Técnica del Norte, en su artículo 30, determina: Director y Asesor del trabajo de integración curricular. -Para el desarrollo del TIC, las unidades académicas realizaran el listado de directores y asesores para el trabajo de titulación; además establecerá un banco de temas sugeridos para el desarrollo de dichos trabajos, que serán aprobados por el Honorable Consejo Directivo de cada Facultad.

Que, la Guía Operativa de la Unidad de Integración curricular para las carreras de Grado de la Universidad Técnica del Norte, en su página 8, determina 1) *Trabajo de Integración Curricular:*



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

Ibarra-Ecuador



"en el séptimo nivel se aprobará el tema, el plan de trabajo de integración Curricular y se elaborará el marco teórico para las carreras de área social y metodología para las carreras de ingeniería".

Que, mediante memorando nro. UTN-FCS-SD-2025-0203-M, de 28 de mayo de 2025, suscrito por la MSc. Katherine Esparza, Subdecana (E) de la Facultad, dirigido al Mg. Widmark Báez Morales MD., Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud, señala: *"ASUNTO: Fisioterapia - Sugerir Aprobación Planes de Integración Curricular. Para que sea tratado en el Consejo Directivo me permito adjuntar Memorando nro. UTN-FCS-CFT-2025-0014-M, suscrito por la Magister Marcela Baquero, Coordinadora de la Carrera de Fisioterapia. En sesión ordinaria realizada el 26 de mayo de 2025, la Comisión Asesora de la Carrera de Fisioterapia conoció los planes de trabajo de integración curricular presentados por el Magister Cristian Torres, docente de la asignatura Titulación I, mismos fueron revisados, corregidos y se sugiere la aprobación de los Planes periodo marzo – agosto 2025 con sugerencia de directores y asesores, como se indica a continuación:*

No.	TEMA	OBJETIVOS	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	AUTOR	PROPUESTA DE DIRECTOR/A	PROPUESTA DE ASESOR/A
1	"Incontinencia urinaria y función sexual en mujeres con episiotomía y desgarro obstétrico, Parroquia El Sagrario, Ibarra 2025-2026".	Evaluar la incontinencia urinaria y función sexual en mujeres con episiotomía y desgarro obstétrico, Parroquia El Sagrario, Ibarra 2025-2026.	Salud y bienestar integral	ANDINO SARMIENTO KARLA CAROLINA	MSc. Cristian Torres	MSc. Verónica Celi
2	"Efectividad de la sentadilla isométrica en paciente con hipertensión arterial en el Cuerpo de Bomberos de Ibarra, periodo 2025-2026".	Evaluar la efectividad de la sentadilla isométrica en pacientes con hipertensión arterial en el Cuerpo de Bomberos de Ibarra, periodo 2025-2026.	Salud y bienestar integral	CASTRO TAPIA CAMILA ESTEFANIA	MSc. Verónica Potosí	MSc. Ronnie Paredes
3	"Capacidad aeróbica y fuerza resistencia de miembros inferiores, entre adultos mayores sedentarios y físicamente activos físicamente, Barrio San Vicente Guayllabamba, 2025-2026".	Evaluar la capacidad aeróbica y fuerza resistencia de miembros inferiores, entre adultos mayores sedentarios y físicamente activos físicamente, Barrio San Vicente Guayllabamba, 2025-2026.	Salud y bienestar integral	CHAVEZ REINOSO MELANY ALEXANDRA.	MSc. Daniela Zurita	MSc. Jorge Zambrano
4	"Capacidad aeróbica y coordinación motora en escolares, según su índice de masa corporal, U.E.F. Hermano Miguel La Salle, Tulcán 2025-2026".	Evaluar la capacidad aeróbica y coordinación motora en escolares, según su índice de masa corporal, U.E.F. Hermano Miguel La Salle, Tulcán 2025-2026.	Salud y bienestar integral	CHULDE PADILLA ALISON MAYERLI	MSc. Juan Vásquez	MSc. Marcela Baquero



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

Ibarra-Ecuador



12	Abordaje Fisioterapéutico según Apta 3.0 a paciente con hemiparesia tras craneotomía por traumatismo craneoencefálico, Julio Andrade 2025- 2026"	Desarrollar un abordaje fisioterapéutico según Apta 3.0 a paciente con hemiparesia tras craneotomía por traumatismo craneoencefálico, Julio Andrade 2025-2026"	Salud y bienestar integral	PINCHAO ALDAS MELANY DAMARIS	MSc. Katherine Esparza	MSc. Jorge Zambrano
13	"Efectos de los ejercicios nórdicos en la fuerza, velocidad de sprint y de cambios de dirección, Club Deportivo Amistad, San Lorenzo 2025- 2026."	Evaluar el efecto de los ejercicios nórdicos en la fuerza, velocidad de sprint y de cambios de dirección, Club Deportivo Amistad, San Lorenzo 2025-2026."	Salud y bienestar integral	PORRAS VASCONEZ ROMMEL STEVEN	MSc. Juan Vásquez	MSc. Cristian Torres
14	"Función pulmonar y capacidad aeróbica en fumigadores expuestos a agroquímicos, Comunidad Las Juntas, Tulcán 2025- 2026"	Evaluar la función pulmonar y capacidad aeróbica en fumigadores expuestos a agroquímicos, Comunidad Las Juntas, Tulcán 2025- 2026"	Salud y bienestar integral	YANDUN BENAVIDES EMILY JULIANA	MSc. Verónica Celi	MSc. Cristian Torres

Que, mediante Memorando nro. UTN-FCS-D-2025-0504-M, de 29 de mayo de 2025, suscrito por el Mg. Widmark Báez Morales MD., Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud, dirigido a los señores Miembros del Honorable Consejo Directivo FCS: señala: *"ASUNTO: Fisioterapia - Sugerir Aprobación Planes de Integración Curricular. Para que se trate en el H. Consejo Directivo de la Facultad, previa verificación del cumplimiento del procedimiento respectivo por parte de Secretaría Jurídica, adjunto Memorando Nro. UTN-FCS-SD-2025-0203-M, suscrito por la MSc. Katherine Esparza, Subdecana de la Facultad, para que sea tratado en el Consejo Directivo me permito adjuntar Memorando nro. UTN-FCS-CFT-2025-0014-M, suscrito por la Magister Marcela Baquero, Coordinadora de la Carrera de Fisioterapia, que textualmente dice: En la sesión ordinaria celebrada el 26 de mayo de 2025, la Comisión Asesora de la Carrera de Fisioterapia conoció los planes de trabajo de integración curricular presentados por el Magister Cristian Torres, docente de la asignatura Titulación I., mismos fueron revisados, corregidos y se sugiere la aprobación de los Planes período marzo – agosto 2025 con sugerencia de directores y asesores, como se indica a continuación: (...)*

Con estas consideraciones, el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud, en uso de las atribuciones conferidas por el Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica del Norte, Art. 44 literal n) referente a las funciones y atribuciones del Honorable Consejo Directivo de la Unidad Académica "Resolver todo lo atinente a matriculas, exámenes, calificaciones, grados, títulos". **RESUELVE:**

1. Aprobar los Planes de Trabajo de Integración Curricular, a los señores estudiantes de la Carrera de Fisioterapia; y, designar a los docentes a cumplir como Directores y Asesores, de acuerdo al siguiente detalle:



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

Ibarra-Ecuador



13	"Efectos de los ejercicios nórdicos en la fuerza, velocidad de sprint y de cambios de dirección, Club Deportivo Amistad, San Lorenzo 2025-2026."	Evaluar el efecto de los ejercicios nórdicos en la fuerza, velocidad de sprint y de cambios de dirección, Club Deportivo Amistad, San Lorenzo 2025-2026.	Salud y bienestar integral	PORRAS VASCONEZ ROMMEL STEVEN	MSc. Juan Vásquez	MSc. Cristian Torres
14	"Función pulmonar y capacidad aeróbica en fumigadores expuestos a agroquímicos, Comunidad Las Juntas, Tulcán 2025-2026"	Evaluar la función pulmonar y capacidad aeróbica en fumigadores expuestos a agroquímicos, Comunidad Las Juntas, Tulcán 2025-2026	Salud y bienestar integral	YANDUN BENAVIDES EMILY JULIANA	MSc. Verónica Celi	MSc. Cristian Torres

2. Notificar a la Coordinación de la Carrera de Fisioterapia para los fines pertinentes.
3. Desde Secretaría de Carrera, se proceda con la notificación a los señores estudiantes y señores docentes directores y asesores de los Planes de trabajos de integración curricular.

NOTIFIQUESE Y CUMPLASE. -

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

Atentamente,

CIENCIA Y TÉCNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO



Mg. Widmark Báez Morales MD.
DECANO FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
PRESIDENTE HCD FCCSS
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE



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

Anexo 2. Revisión de similitud (Compilation)



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Funcion pulmonar y capacidad aeróbica en fumigadores revision Compilation



Nombre del documento: Funcion pulmonar y capacidad aeróbica en fumigadores revision Compilation.docx
ID del documento: e22b99226eafdc9df9a03aa81b0d07b1a985c0e
Tamaño del documento original: 8,72 MB

Depositante: Verónica Alexandra Celi Benalcázar
Fecha de depósito: 25/2/2026
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 25/2/2026

Número de palabras: 9507
Número de caracteres: 63.635

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.elsevier.es CARACTERÍSTICAS ANATOMO-FUNCIONAL DEL APARATO RESP... https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-caracteristic...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (82 palabras)
2	repositorio.utm.edu.ec Función pulmonar y capacidad aeróbica en fumadores ... https://repositorio.utm.edu.ec/handle/123456789/16619	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (69 palabras)
3	www.neumomadrid.org https://www.neumomadrid.org/wp-content/uploads/monogwii_3_volumenes_pulmonares.p...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (64 palabras)
4	pmc.ncbi.nlm.nih.gov Lock https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9836821/ 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (44 palabras)
5	Documento de otro usuario #59e420 Viene de otro grupo 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (42 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.nature.com Investigation of factors influencing abnormal pulmonary vent... https://www.nature.com/articles/s41598-024-76412-y	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
2	www.mendeley.com Capacidad aeróbica: Actividad fis... preview & related info ... https://www.mendeley.com/catalogue/cb04b312-515c-37a1-bb16-36c47cf1f260/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)
3	pmc.ncbi.nlm.nih.gov Lock https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8756132/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)
4	bmcpublihealth.biomedcentral.com Occupational health complaints and de... https://bmcpublihealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-025-23174-5	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)
5	repositorio.fucsalud.edu.co Queen's college step test correlation and ergoespi... https://repositorio.fucsalud.edu.co/handle/001/2698	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545177/>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470256/>
- <https://www.neuroimaging.theclinics.com/action/showFullText?pii=S1052514922000764>
- <https://user.blackli.cld.bz/Moore-Fundamentos-de-anatomia-con-orientacion-clinica/61/>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1632347521456912>



Anexo 3. Abstract aprobado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020
EMPRESA PÚBLICA "LA UEMEPRENDE E.P."



ABSTRACT

Pulmonary function refers to the lungs' ability to perform adequate gas exchange and supply oxygen to the body. It is closely related to maximal oxygen consumption during physical activity. However, chronic exposure to agrochemicals may impair respiratory function and produce adverse health effects. The objective of this study was to evaluate pulmonary function and aerobic capacity in fumigators exposed to agrochemicals in the Las Juntas–Tulcán Community. A non-experimental, cross-sectional, descriptive study with a quantitative approach was conducted among 54 fumigators. Data collection included a general information form, spirometric assessment using a calibrated spirometer, and evaluation of aerobic capacity through the validated Queen's College Step Test. The results showed that 37% of participants were young adults and 37% were middle-aged adults, with a predominance of males (63%). Most participants reported 12 to 18 years of occupational exposure to agrochemicals. Regarding pulmonary function, 59.3% demonstrated a normal spirometric pattern, while 40.7% presented a restrictive pattern. In terms of aerobic capacity, 51.9% of fumigators achieved a superior classification. In conclusion, although most fumigators exhibited normal pulmonary function and superior aerobic capacity, a considerable proportion presented a restrictive spirometric pattern, suggesting potential respiratory effects associated with occupational exposure.

Keywords: pulmonary function; aerobic capacity; agrochemicals; spirometry; occupational health; fumigators.

Reviewed by:
 MSc. Luis Paspuezán Soto
CAPACITADOR-CAI
 February 26, 2026

Anexo 4. Oficio de autorización GAD

CARTA DE INTERÉS INSTITUCIONAL PARA ESTUDIOS OBSERVACIONALES, ESTUDIOS DE INTERVENCIÓN Y ENSAYOS CLÍNICOS EN SERES HUMANOS

CARTA DE INTERÉS INSTITUCIONAL

A QUIEN PUEDA INTERESAR

Por medio de la presente manifiesto que el proyecto titulado: "FUNCIÓN PULMONAR Y CAPACIDAD AERÓBICA EN FUMIGADORES EXPUESTOS A AGROQUÍMICOS. UN ESTUDIO TRANSVERSAL", es de interés institucional por los resultados que se pueden generar de este proyecto para la comunidad Las Juntas, tomando en cuenta que permitirá identificar alteraciones de la función pulmonar y de la capacidad aeróbica asociadas a la exposición ocupacional a agroquímicos en fumigadores de zonas rurales, fortaleciendo la vigilancia de la salud respiratoria de esta población laboralmente expuesta.

Informo también que la participación de la comunidad Las Juntas, es libre y voluntaria; y, que en caso de solicitar datos anonimizados o seudonimizados la comunidad Las Juntas cuenta con la capacidad de entregar los datos de manera anonimizada o seudonimizada según lo establecido en la Ley Orgánica De Protección De Datos Personales.

Además, los investigadores han manifestado que cuentan con los insumos necesarios para la ejecución del proyecto de Investigación. Por tanto, la comunidad Las Juntas no contempla algún tipo de financiamiento para el desarrollo de este estudio.

Se aclara que este documento no constituye la autorización, ni la aprobación del proyecto, o del uso de insumos o recursos humanos de la institución. Además, se

informa que una vez que la investigación sea aprobada por un Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos autorizado por el Ministerio de Salud Pública, el Investigador principal podrá solicitar los datos de los sujetos de estudio o datos de salud anonimizados o seudonimizado, debiendo adjuntar el protocolo de investigación aprobado y la carta de aprobación emitida por el CEISH.

En caso de que el investigador requiera de talento humano o insumos de un establecimiento público sanitario para la ejecución de un proyecto de investigación, debe suscribir un convenio según como lo determine establecimiento público sanitario, en base a lo establecido en el Acuerdo Ministerial No. 00011 -2020, "Reglamento de suscripción y ejecución de convenios del MSP", publicado en Registro oficial – Edición especial No. 590 de 20 de mayo de 2020. Cabe señalar que el proyecto de investigación previo a la suscripción del convenio deberá contar con la aprobación de un CEISH aprobado por MSP.

Comunidad Las Juntas

Sr. Julio Efraim Changuan Revelo
Presidente comunidad Las Juntas



Anexo 5. Consentimiento informado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 173 – SE-33 – CEAACES – 2020

Ibarra – Ecuador

CARRERA DE FISIOTERAPIA

Consentimiento Informado

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

**“FUNCIÓN PULMONAR Y CAPACIDAD AERÓBICA EN FUMIGADORES
EXPUESTOS A AGROQUÍMICOS, COMUNIDAD LAS JUNTAS, TULCÁN
2025-2026”**

DETALLE DEL PROCEDIMIENTO:

En la presente investigación, la estudiante Emily Juliana Yandun Benavides con CC: 045003725-4, realizará una evaluación sobre la función pulmonar y capacidad aeróbica, mediante espirometría y el test de Queen’s College, en fumigadores expuesto a agroquímicos, con el fin de identificar patrones espirométricos y su nivel de gravedad, además de valorar el nivel de capacidad aeróbica.

PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO:

La participación de este estudio es de carácter voluntario y el otorgamiento del consentimiento informado no tiene ningún tipo de repercusión civil, legal o judicial en la actualidad o a futuro, sin embargo, su participación es clave durante todo el proceso investigativo.

CONFIDENCIALIDAD:

Se respetará la identidad de los participantes y se los mantendrá en anonimato, solo la información recopilada con objetivo de estudio, tratamiento o procedimiento puede ser utilizada y en las evidencias digitales tomadas no se mostrará por ninguna índole el rostro de los participantes.

BENEFICIOS DEL ESTUDIO:

La información recopilada servirá como contribución en la formación académica de los estudiantes, siendo usted una parte importante en la generación de nuevos conocimientos, así como en la formación académica sobre este tema dentro del país.

RESPONSABLE DE ESTA INVESTIGACIÓN:

Para su seguridad puede consultar lo que considere oportuno en cualquier momento sobre el proyecto de investigación al director del Trabajo de Integración Curricular: MSc. Verónica Celi, correo: vaceli@utn.edu.ec y telf.: 0990459057 docente de la Universidad Técnica del Norte.

Declaración del Participante

Yo  con C.C. 

he sido informado/a acerca de la finalidad del estudio y estoy dispuesto a participar de manera libre y voluntaria en todas las actividades que el mismo implique. Además, he realizado preguntas oportunas por mi seguridad e integridad.

Por lo cual, en prueba de conformidad firmo este documento:

Firma 

Anexo 6. Ficha de datos generales



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 173 – SE-33 – CEAACES – 2020
Ibarra – Ecuador
CARRERA DE FISIOTERAPIA

FICHA DE DATOS GENERALES

Encuesta dirigida a fumigadores de agroquímicos de la comunidad Las Juntas, cantón Tulcán 2025-2026, para caracterizar a los sujetos de estudio.

Instrucciones

Estimado/a participante:

Le solicitamos leer cuidadosamente cada una de las preguntas y responder de manera sincera y precisa, según corresponda. Su participación es fundamental para el éxito de este estudio. Le aseguramos que toda la información proporcionada será tratada con absoluta confidencialidad y conforme a los principios de ética profesional.

Su colaboración es completamente voluntaria, y los datos recopilados serán utilizados exclusivamente con fines educativos e investigativos. En caso de requerir alguna aclaración para responder a alguna pregunta, puede comunicárselo al evaluador.

Agradecemos profundamente su confianza y valioso aporte en este proceso

➤ Datos generales

Fecha: Día _____ /Mes _____ /Año _____

Paciente N° 4

Edad 60 años

Sexo: Masculino _____ Femenino ☒

Peso (Kg): 51 Talla (m): 1,58

➤ Exposición a agroquímicos

¿Ha trabajado en ambientes con exposición a polvos, humos, gases o productos químicos?

☒ Sí ☐ No

Si es sí:

☐ Tipo de exposición: ☒ Polvos orgánicos ☒ Químicos agrícolas (fungicidas/insecticidas)

☐ Otros _____

☐ Duración de la exposición: 35 años

Anexo 7. Espirometro Contec Sp80b

Anexo 8. Resultado espirometría

Analysis Report

Name:

Sex: Female

Age: 59

Height: 158 cm

Weight: 57 kg

Patient ID:

Department:

Bed No.:

IDCard:

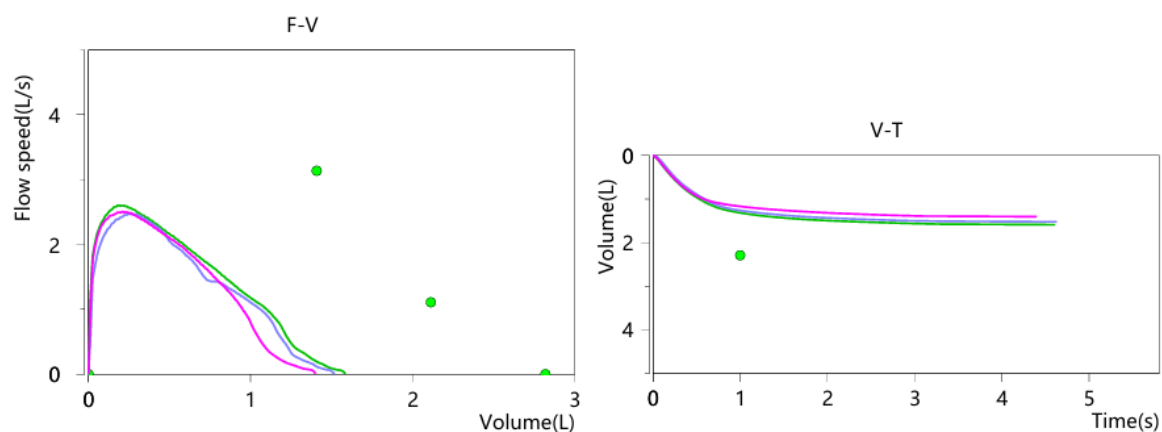
Tel:

Smoke state: No smoker

Param	Unit	Pred.	Best	%Pred.	Best1	Best2	Best3	Best*
FVC	L	2.82	1.63	57.8	1.63	1.56	1.44	
FEV1	L	2.29	1.41	61.5	1.41	1.37	1.26	
FEV1/FVC	%	81.23	86.80	106.9	86.80	87.80	87.30	
PEF	L/s	5.53	2.81	50.8	2.81	2.67	2.70	
FEF25	L/s	5.19	2.48	47.8	2.48	2.46	2.47	
FEF50	L/s	3.14	1.78	56.7	1.78	1.62	1.91	
FEF75	L/s	1.11	1.03	93.1	1.03	1.03	1.03	
FEF2575	L/s	2.40	1.71	71.2	1.71	1.64	1.84	

Obstructive abnormality: Moderate

Restrictive anomaly: Very serious



Anexo 9. Ficha de recolección de datos Queen's College Test



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 173 – SE-33 – CEAACES – 2020

Ibarra – Ecuador

CARRERA DE FISIOTERAPIA

Esta ficha está diseñada para registrar de forma estandarizada los resultados del test de Queen's College, utilizado para estimar el VO₂máx a partir de la frecuencia cardíaca de recuperación (FC Recuperación). Incluye la fórmula correspondiente para hombres y mujeres, así como rangos por edad y sexo, lo que permite clasificar el nivel de condición respiratoria del paciente.

QUEEN'S COLLEGE TEST			
Paciente N°: 1		FC Recuperación: 132	
Fórmula para determinar el VO₂ máx. <i>hombres:</i> 111,33 - (0,42 x FCR) <i>mujeres:</i> 65,81 - (0,1847 x FCR)			
VALORES DE REFERENCIA			
Edad 20-29			
Rango		VO ₂ máx hombres	VO ₂ máx mujeres
Muy Pobre		<33	<23.6
Pobre		33.0-36.4	23.6-28.9
Promedio		36.5-42.2	29.0-32.9
Bueno		42.5-46.4	33.0-36.9
Excelente		46.5-52.4	37.0-41.0
Superior		>52.4	>41.0
Edad 30-39			
Muy Pobre		<31.5	<22.8
Pobre		31.5-35.4	22.8-26.9
Promedio		35.5-40.9	27.0-31.4
Bueno		41.0-44.9	31.5-35.6
Excelente		45.0-49.4	35.7-40.0
Superior		>49.4	>40.0
Edad 40-49			
Muy Pobre		<30.2	<21.0
Pobre		30.2-33.5	21.0-24.4
Promedio		33.6-38.9	24.5-28.9
Bueno		39.0-43.7	29.0-32.8
Excelente		43.8-48.0	32.9-36.9
Superior		>48.0	>36.9
Edad 50-59			
Muy Pobre		<26.1	<20.2
Pobre		26.1-30.9	20.2-22.7
Promedio		31.0-35.7	22.8-26.9
Bueno		35.8-40.9	27.0-31.4
Excelente		41.0-45.3	31.5-35.7
Superior		>45.3	>35.7

Anexo 10. Evidencia fotográfica

Figura 1. *Socialización del tema de investigación*



Figura 2. *Firma del consentimiento informado*



Figura 3. *Medición de talla*



Figura 4. *Medición de peso*



Figura 5. *Aplicación de la prueba de espirometría*



Figura 6. *Aplicación de la prueba Queen College Test*

