

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO ESPAÑA**

**CARRERA DE REHABILITACIÓN FÍSICA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN REHABILITACIÓN FÍSICA**

**Tema:** FORTALECIMIENTO MUSCULAR CON EQUIPO COMPEX EN EL  
DEFICIT DE CONTROL NEUROMUSCULAR LUMBAR

Modalidad Presencial

**Autor:** Josué Isaí Bonilla Rodríguez

**Director:** Lic. Alex Omar Pérez Cunalata Mg.

Ambato - Ecuador

2025

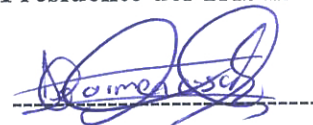
A la Unidad Académica de Titulación de la Carrera de

El Tribunal receptor del Trabajo de integración curricular, presidido por el Ing. Épsilon Euclides Meléndez Romo, Mg. e integrado por la Licenciada Carmen Gissela Cisa Castro Magister y Licenciado Santiago Vladimir Brito Sarabia Magister, designados por el Colectivo Académico de Carrera del Instituto Superior Tecnológico España, para receptar el Trabajo de Integración Curricular con el tema: “FORTALECIMIENTO MUSCULAR CON EQUIPO COMPEX EN EL DEFICIT DE CONTROL NEUROMUSCULAR LUMBAR”, elaborado y presentado por el señor Josué Isai Bonilla Rodríguez, para optar por el Grado Académico de Tecnólogo en REHABILITACION FISICA; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Integración Curricular, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas del Instituto Superior Tecnológico España.



Ing. Épsilon Euclides Meléndez Romo Mg.

**Presidente del Tribunal**



Lic. Carmen Gissela Cisa Castro Mg.

**Miembro del Tribunal**



Lic. Santiago Vladimir Brito Sarabia Mg.

**Miembro del Tribunal**

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR

Lic. Alex Omar Pérez Cunalata Mg.

### **CERTIFICA:**

En mi calidad de director del trabajo de integración curricular: “FORTALECIMIENTO MUSCULAR CON EQUIPO COMPEX EN EL DEFICIT DE CONTROL NEUROMUSCULAR LUMBAR”, presentado por el Señor: Josué Isaí Bonilla Rodríguez, para optar por el Título de Tecnólogo en Rehabilitación Física CERTIFICO, que dicho proyecto ha sido prolijamente revisado y considero que responde a las normas establecidas en el reglamento de títulos y grados de la Carrera, suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Ambato, 28 de marzo de 2026.



Lic. Alex Omar Pérez Cunalata Mg.

1804585865

**DIRECTOR**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

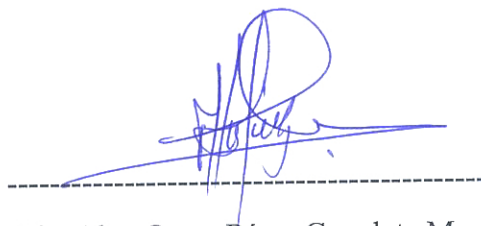
La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Integración Curricular presentado con el tema: “FORTALECIMIENTO MUSCULAR CON EQUIPO COMPEX EN EL DEFICIT DE CONTROL NEUROMUSCULAR LUMBAR”, le corresponde exclusivamente a: Josué Isaí Bonilla Rodríguez, Autor bajo la Dirección de Lic. Alex Omar Pérez Cunalata Mg, del Trabajo de integración curricular; y el patrimonio intelectual al Instituto Superior Tecnológico España.



---

Josué Isaí Bonilla Rodríguez

**AUTOR**



---

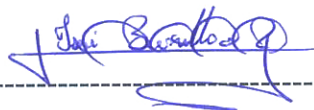
Lic. Alex Omar Pérez Cunalata Mg.

**DIRECTOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo al Instituto Superior Tecnológico España, para que el Trabajo de integración curricular, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi Trabajo de integración curricular, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones del Instituto.



Josué Isaí Bonilla Rodríguez

1850457704

## ÍNDICE GENERAL

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Contenido                                                  |    |
| <b>AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b> ..... | iv |
| <b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....                             | v  |
| <b>AGRADECIMIENTO</b> .....                                | ix |
| <b>DEDICATORIA</b> .....                                   | x  |
| <b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....                             | xi |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                                  | 13 |
| <b>CAPITULO I</b> .....                                    | 15 |
| <b>ANTECEDENTES Y BASES TEORICAS</b> .....                 | 15 |
| 1.1. Planteamiento del problema. ....                      | 15 |
| 1.2. Justificación.....                                    | 16 |
| 1.3. Objetivos .....                                       | 17 |
| 1.3.1. Objetivo general. ....                              | 17 |
| 1.3.2. Objetivos específicos. (Son tres).....              | 17 |
| <b>CAPITULO II</b> .....                                   | 18 |
| <b>MARCO REFERENCIAL</b> .....                             | 18 |
| 2.1. Antecedentes Investigativos: .....                    | 18 |
| 2.3. Marco Conceptual .....                                | 34 |
| <b>CAPITULO III</b> .....                                  | 36 |
| <b>METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....       | 36 |
| 3.1. Diseño metodológico.....                              | 36 |
| 3.2. Enfoque de investigación .....                        | 36 |
| 3.3. Cuestionario o Instrumentos Utilizados .....          | 36 |
| 3.4. Población .....                                       | 38 |
| 3.5. Muestreo .....                                        | 38 |
| 3.6 Recursos .....                                         | 39 |
| <b>CAPITULO IV</b> .....                                   | 40 |
| <b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....                        | 40 |
| 4.1. Tabulación e interpretación de encuestas .....        | 40 |
| 4.1.1 Genero de pacientes .....                            | 40 |
| 4.1.2 Edad de pacientes.....                               | 41 |
| 4.1.3 Pre test de Sorensen .....                           | 41 |
| 4.1.4 Post test de Sorensen.....                           | 42 |

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 4.1.5 Pre test de Oswestry (ODI).....                   | 43 |
| 4.1.6 Post test Oswestry .....                          | 44 |
| 4.1.7 Comparativa de pre y post test Sorensen .....     | 45 |
| 4.1.8 Comparativa pre y post tes de Oswestry.....       | 46 |
| 4.2. Discusiones de Resultados .....                    | 47 |
| CAPITULO V .....                                        | 49 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                     | 49 |
| 5.1. Conclusiones del estudio .....                     | 49 |
| 5.2. Recomendaciones .....                              | 49 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                                       | 51 |
| ANEXOS.....                                             | 55 |
| ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO .....                 | 55 |
| ANEXO 2: PRUEBA DE ESFUERZO LUMBAR.....                 | 57 |
| ANEXO 3: ÍNDICE DE DISCAPACIDAD DE OSWESTRY (ODI) ..... | 58 |
| Anexo 4. Plan de tratamiento .....                      | 61 |
| Anexo 5. Fotografías .....                              | 64 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1 Género de pacientes .....                           | 40 |
| Ilustración 2 Rango de edad .....                                 | 41 |
| Ilustración 3 Evaluación inicial esfuerzo lumbar (pre test) ..... | 42 |
| Ilustración 4 post test .....                                     | 43 |
| Ilustración 5 Pre test Oswestry .....                             | 44 |
| Ilustración 6 Post Test Oswestry .....                            | 45 |
| Ilustración 7. Comparativa de pre y post test Sorensen .....      | 46 |
| Ilustración 8. Comparativa pre y post tes de Oswestry .....       | 47 |
| Ilustración 9 Aplicación de equipo compex .....                   | 64 |
| Ilustración 10 Ejercicio "puente lumbar" .....                    | 64 |
| Ilustración 11 Prueba de esfuerzo lumbar .....                    | 64 |
| Ilustración 12 Ejercicio "bird dog" .....                         | 64 |
| Ilustración 13 Ejercicio "dead bug" .....                         | 65 |
| Ilustración 14 Ejercicio "superman" .....                         | 65 |

## IINDICE DE TABLAS

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Género de pacientes .....                                              | 40 |
| Tabla 2 Rango de edad .....                                                    | 41 |
| Tabla 3 Evaluación inicial esfuerzo lumbar (pre test).....                     | 41 |
| Tabla 4 post Test.....                                                         | 42 |
| Tabla 5 Evaluación del Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI) .....          | 43 |
| Tabla 6 Evaluación del Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI) post test..... | 44 |
| Tabla 7. Comparativa de pre y post test Sorensen .....                         | 45 |
| Tabla 8 Comparativa pre y post tes de Oswestry .....                           | 46 |

## **AGRADECIMIENTO**

Al Instituto Superior Tecnológico España por los conocimientos impartidos.

A la Carrera de rehabilitación física por el nivel educativo brindado.

De manera especial, agradezco a mi tutor, Lic. Alex Pérez Mg., por su guía, paciencia y dedicación durante el desarrollo de esta investigación, siendo un pilar clave para la culminación de este trabajo

Josué Isaí Bonilla Rodríguez

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

Expreso mi más profundo agradecimiento a mis padres, Teresa Rodríguez y Plinio Bonilla, quienes con su amor, esfuerzo y apoyo incondicional han sido el pilar fundamental en mi vida y en el logro de este objetivo.

A mi esposa, Melanie Jerez, por su amor, comprensión y acompañamiento constante durante todo este proceso, brindándome ánimo en los momentos más difíciles. Asimismo, dedico este logro a mi hija, Samara Isabell, quien es mi mayor motivación para seguir adelante y superarme cada día.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional y por estar siempre presentes en cada paso de este camino.

A todos quienes de una u otra forma contribuyeron a la realización de esta tesis, mi sincero agradecimiento.

Josué Isaí Bonilla Rodríguez

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO ESPAÑA**  
**CARRERA DE REHABILITACIÓN FÍSICA**  
**TECNÓLOGO SUPERIOR EN REHABILITACIÓN FÍSICA**

**TEMA:** FORTALECIMIENTO MUSCULAR CON EQUIPO COMPEX EN EL  
DEFICIT DE CONTROL NEUROMUSCULAR LUMBAR

**AUTOR:** Josué Isai Bonilla Rodríguez

**DIRECTOR:** Lic. Alex Omar Pérez Cunalata Mg.

**FECHA:** 01 de abril de 2026

**RESUMEN EJECUTIVO**

El dolor lumbar es una causa frecuente de discapacidad en trabajadores agrícolas debido a la sobrecarga física. La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de un programa de fortalecimiento muscular combinado con electroestimulación mediante equipo COMPEX en el control neuromuscular lumbar en agricultores del cantón Pelileo.

Se realizó un estudio con enfoque cuantitativo y diseño cuasi experimental pretest–posttest en 15 participantes. Se evaluó la resistencia muscular lumbar mediante el test de Biering-Sørensen y la discapacidad funcional con el Índice de Oswestry.

Los resultados evidenciaron un aumento en la resistencia muscular y una disminución en los niveles de discapacidad tras la intervención.

En conclusión, la combinación de COMPEX y fortalecimiento muscular resulta eficaz para mejorar la funcionalidad lumbar y reducir el dolor en trabajadores agrícolas.

**Palabras clave:** Dolor lumbar; COMPEX; fortalecimiento muscular; control neuromuscular; discapacidad funcional.

## **ABSTRACT**

Low back pain is a frequent cause of disability among agricultural workers due to physical overload. The aim of this study was to determine the effect of a muscle strengthening program combined with electrostimulation using COMPEX equipment on lumbar neuromuscular control in farmers from Pelileo canton. A quantitative study with a quasi-experimental pretest–posttest design was conducted in 15 participants. Lumbar muscle endurance was assessed using the Biering-Sørensen test, and functional disability was measured with the Oswestry Disability Index. The results showed an increase in muscle endurance and a decrease in disability levels after the intervention. In conclusion, the combination of COMPEX electrostimulation and muscle strengthening was effective in improving lumbar function and reducing pain in agricultural workers.

**Keywords:** Low back pain; COMPEX; muscle strengthening; neuromuscular control; functional disability.

## INTRODUCCIÓN

El dolor lumbar constituye una de las principales causas de discapacidad a nivel mundial, afectando significativamente la calidad de vida y el desempeño laboral de la población adulta, especialmente en aquellos individuos expuestos a cargas físicas elevadas y movimientos repetitivos. Se estima que esta condición impacta a millones de personas y representa un problema prioritario de salud pública debido a su alta prevalencia y a las repercusiones socioeconómicas que genera (World Health Organization [WHO], 2023; Foster et al., 2021).

En el contexto laboral, los trabajadores agrícolas presentan un mayor riesgo de desarrollar dolor lumbar debido a la exposición constante a factores como el levantamiento de cargas, posturas forzadas y jornadas prolongadas, lo que produce sobrecarga biomecánica en la columna vertebral y favorece la aparición de alteraciones neuromusculares (Wu et al., 2020; Zhang et al., 2024). Estas condiciones no solo incrementan la incidencia de lumbalgia, sino que también contribuyen a la disminución del control neuromuscular lumbar, afectando la estabilidad y funcionalidad del sistema musculoesquelético.

El tratamiento del dolor lumbar ha evolucionado hacia la implementación de estrategias multimodales que combinan técnicas analgésicas con programas de ejercicio terapéutico. En este sentido, la electroterapia aplicada con equipos como COMPEX, ha demostrado efectos positivos en la modulación del dolor a través

de mecanismos neurofisiológicos, además de favorecer la relajación muscular y el aumento del flujo sanguíneo local (Johnson et al., 2022; Albornoz-Cabello et al., 2021).

Por otro lado, el fortalecimiento muscular espinal constituye un componente fundamental en la rehabilitación del dolor lumbar, ya que permite mejorar la estabilidad vertebral, optimizar el control neuromuscular y reducir la sobrecarga sobre estructuras pasivas. La evidencia científica reciente respalda que los programas de fortalecimiento del core y estabilización lumbar generan mejoras significativas en la funcionalidad y disminución del dolor, especialmente cuando

son supervisados y estructurados adecuadamente (Owen et al., 2020; Steele et al., 2021).

Asimismo, diversos estudios han demostrado que la combinación de electroterapia con ejercicio terapéutico produce un efecto sinérgico, potenciando los resultados clínicos en comparación con intervenciones aisladas. Este enfoque multimodal permite no solo reducir el dolor en fases iniciales, sino también consolidar mejoras funcionales a largo plazo (Zeng et al., 2021; Aguilar Ferrándiz et al., 2022).

En este contexto, la presente investigación se enfoca en analizar el efecto del fortalecimiento muscular con equipo COMPEX en el déficit de control neuromuscular lumbar en agricultores del cantón Pelileo, con el propósito de generar evidencia que contribuya a la implementación de estrategias terapéuticas efectivas, accesibles y adaptadas a poblaciones con alta demanda física.

## **CAPITULO I**

### **ANTECEDENTES Y BASES TEORICAS**

#### **1.1. Planteamiento del problema.**

La lumbalgia constituye una de las afecciones musculoesqueléticas más frecuentes en la población adulta, especialmente en personas que realizan actividades físicas de alta exigencia como la agricultura. Se manifiesta mediante dolor localizado en la región lumbar, limitación funcional y disminución del rendimiento físico, lo que impacta negativamente en la calidad de vida y en la capacidad laboral de quienes la padecen. En el cantón Pelileo, donde una parte importante de la población se dedica a labores agrícolas, los factores asociados al desarrollo de esta patología no se encuentran claramente definidos, ya que intervienen múltiples variables como el sobreesfuerzo físico, la adopción de posturas inadecuadas y las condiciones propias del entorno laboral. En este contexto, surge la necesidad de analizar la relación entre estos factores y la aparición de lumbalgia, así como evaluar la efectividad de intervenciones fisioterapéuticas como la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) para el alivio del dolor y la mejora funcional.

La World Health Organization señala que el dolor lumbar continúa siendo la principal causa de discapacidad a nivel mundial, afectando a cientos de millones de personas. Según estimaciones recientes, más de 600 millones de individuos presentan esta condición, con una tendencia creciente asociada al envejecimiento poblacional y a factores ocupacionales (World Health Organization [WHO], 2023). Esta situación evidencia que la lumbalgia no solo representa un problema clínico individual, sino también un desafío relevante para los sistemas de salud pública.

En entornos rurales y agrícolas, la prevalencia de dolor lumbar es mayor debido a la exposición constante a cargas físicas elevadas, movimientos repetitivos y posturas forzadas durante la jornada laboral. Estudios recientes evidencian que los trabajadores agrícolas presentan un mayor riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos, especialmente dolor lumbar, como consecuencia de la sobrecarga biomecánica sostenida (Wu et al., 2020; Zhang et al., 2024).

En la provincia de Tungurahua, específicamente en el cantón Pelileo, los agricultores están expuestos de manera continua a estas exigencias físicas, lo que los convierte en una población vulnerable al desarrollo de dolor lumbar.

Actividades como el levantamiento de cargas, la flexión repetitiva del tronco y las jornadas prolongadas generan una sobrecarga en la región lumbar, favoreciendo la aparición de dolor y disminuyendo la capacidad funcional. Por ello, resulta fundamental implementar estrategias de rehabilitación basadas en evidencia que permitan reducir el dolor y mejorar la calidad de vida de esta población.

## **1.2. Justificación**

El dolor lumbar representa uno de los trastornos musculoesqueléticos más frecuentes en la población adulta y constituye una causa importante de limitación funcional, ausentismo laboral y disminución de la calidad de vida. Esta condición afecta especialmente a personas que realizan actividades físicas exigentes, como los trabajadores del sector agrícola, quienes están expuestos a factores de riesgo como el levantamiento de cargas, la flexión repetitiva del tronco, las posturas mantenidas y las largas jornadas laborales. Estas condiciones incrementan la sobrecarga biomecánica en la columna lumbar, favoreciendo la aparición de dolor crónico o recurrente (Wu et al., 2020; Zhang et al., 2024).

En el campo de la fisioterapia, diversas intervenciones han demostrado ser eficaces en el manejo del dolor lumbar. Entre ellas, la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) y los programas de fortalecimiento muscular destacan por ser estrategias no invasivas, accesibles y de bajo costo, que contribuyen a la disminución del dolor y a la mejora de la funcionalidad. Estudios recientes han evidenciado que la aplicación de estas técnicas, especialmente cuando se utilizan de manera combinada, potencia los efectos terapéuticos y favorece la recuperación funcional en pacientes con lumbalgia (Johnson et al., 2022; Alotaibi et al., 2023).

Sin embargo, en el contexto local del cantón Pelileo, no se dispone de suficiente evidencia científica que evalúe de manera específica la aplicación combinada de TENS y ejercicios de fortalecimiento en población agrícola. Esta situación evidencia una brecha de conocimiento relevante, lo que justifica la necesidad de desarrollar investigaciones que permitan generar evidencia contextualizada y aplicable a esta población.

En este sentido, la presente investigación se justifica porque permitirá determinar si la implementación de un programa terapéutico basado en TENS y fortalecimiento muscular contribuye significativamente al alivio del dolor

lumbar en agricultores de Pelileo. Los resultados obtenidos podrán servir como referencia para profesionales de la salud, instituciones y programas comunitarios que buscan alternativas efectivas para el manejo del dolor, promoviendo así el bienestar físico y el desempeño laboral.

Asimismo, la generación de evidencia científica local fortalecerá la práctica fisioterapéutica basada en evidencia, facilitará la toma de decisiones clínicas y contribuirá al desarrollo de estrategias preventivas orientadas a disminuir la incidencia de dolor lumbar en trabajadores agrícolas.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general.***

Determinar si la aplicación de un programa de fortalecimiento muscular con equipo compex ayudan en el déficit de control neuromuscular lumbar en los agricultores del cantón pelileo.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos. (Son tres)***

- Evaluar el dolor lumbar de los agricultores mediante el Test de resistencia muscular (Biering-Sorensen) para la fuerza espinal y el test Índice de discapacidad de Oswestry.
- Aplicar un protocolo de ejercicios terapéuticos combinado con el programa de fortalecimiento muscular con el equipo Compex en los agricultores
- Comparar los resultados pre y post tratamiento en cuanto a la disminución del dolor lumbar.

## CAPITULO II

### MARCO REFERENCIAL

#### 2.1. Antecedentes Investigativos:

Se desarrollaro una investigación centrada en **“evaluar los efectos de la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) combinada con movilización de tejidos blandos en pacientes con dolor lumbar crónico”**. El objetivo principal fue determinar si la combinación terapéutica generaba mayores beneficios en la reducción del dolor y la mejora funcional. La metodología correspondió a un ensayo clínico aleatorizado en el cual participaron 32 pacientes con diagnóstico de lumbalgia crónica, divididos en un grupo experimental y un grupo control. El grupo experimental recibió tratamiento combinado de TENS y terapia manual durante tres semanas, mientras que el grupo control recibió intervención convencional. Se utilizaron instrumentos como la escala del dolor (EVA) y el Oswestry Disability Index (ODI). Los hallazgos evidenciaron que el grupo que recibió la intervención combinada presentó una disminución significativa del dolor, así como mejoras en la flexibilidad y resistencia muscular en comparación con el grupo control. En conclusión, el estudio respalda el uso del TENS como complemento de intervenciones fisioterapéuticas, demostrando que la combinación de técnicas potencia los efectos analgésicos y funcionales (Kim et al., 2021).

Se realizaron un estudio enfocado en la **“eficacia del ejercicio del core combinado con corrientes interferenciales en pacientes con dolor lumbar crónico”** El objetivo fue analizar si la combinación de ambas intervenciones mejoraba la reducción del dolor y la funcionalidad. La metodología consistió en un ensayo clínico aleatorizado con trabajadores expuestos a alta demanda física, específicamente pilotos militares. La población fue distribuida en grupos que recibieron ejercicio, electroterapia o tratamiento combinado durante varias semanas. Los hallazgos demostraron que el grupo que recibió la intervención combinada presentó mayores mejoras en la intensidad del dolor, estabilidad lumbar y capacidad funcional en comparación con los otros grupos. En conclusión, la integración de ejercicios de fortalecimiento con corrientes eléctricas resulta más efectiva que las intervenciones aisladas, consolidando el enfoque multimodal en el tratamiento del dolor lumbar (Zuo et al., 2024).

Se desarrolló una investigación centrada en **“evaluar la eficacia de la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS)”** en el tratamiento del dolor lumbar crónico inespecífico. El objetivo principal del estudio fue determinar si la aplicación del TENS produce una reducción significativa del dolor y mejoras en la funcionalidad en comparación con intervenciones placebo o tratamientos convencionales. La metodología correspondió a una revisión sistemática con metaanálisis de ensayos clínicos aleatorizados publicados en bases de datos científicas reconocidas como PubMed, Cochrane Library y Embase. La población analizada estuvo conformada por adultos diagnosticados con dolor lumbar crónico. Se incluyeron estudios que aplicaban TENS con diferentes parámetros de frecuencia, intensidad y duración. Las variables evaluadas incluyeron la escala del dolor (EVA), la discapacidad funcional a través del Oswestry Disability Index (ODI) y la calidad de vida. Los hallazgos evidenciaron que el TENS genera una reducción significativa del dolor en comparación con placebo, especialmente cuando se utiliza en modalidades de alta frecuencia. Sin embargo, los efectos fueron más notorios a corto plazo y se potenciaron cuando el TENS se combinó con ejercicio terapéutico. Asimismo, se observó una mejora moderada en la funcionalidad de los pacientes. En conclusión, el estudio respalda el uso del TENS como una intervención eficaz dentro del tratamiento conservador del dolor lumbar crónico, destacando que su aplicación combinada con programas de fortalecimiento muscular puede optimizar los resultados clínicos y funcionales (Chen et al., 2021).

Se desarrolló una revisión narrativa centrada en **“el efecto del TENS en pacientes con dolor lumbar”**. El objetivo fue analizar la evidencia científica reciente sobre su eficacia como tratamiento no farmacológico. La metodología consistió en la revisión de artículos científicos en bases de datos como PubMed, CINAHL y Scopus, considerando estudios publicados entre 2017 y 2022. La población incluida en los estudios analizados correspondió a pacientes con dolor lumbar crónico. Los hallazgos señalaron que el TENS produce efectos positivos en la disminución del dolor, con mínimos efectos secundarios, siendo una alternativa segura dentro del manejo conservador. En conclusión, el TENS

representa una opción terapéutica eficaz y accesible, especialmente cuando se integra en programas de rehabilitación fisioterapéutica (Karisa et al., 2022).

Se desarrolló una investigación centrada en **“evaluar la eficacia de la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) en el tratamiento del dolor lumbar crónico inespecífico”**. El objetivo principal del estudio fue determinar si el TENS es efectivo para reducir la intensidad del dolor y mejorar la funcionalidad en comparación con placebo u otras intervenciones conservadoras. La metodología correspondió a una revisión sistemática tipo Cochrane que incluyó ensayos clínicos controlados y aleatorizados publicados en bases de datos científicas reconocidas. La población analizada estuvo conformada por adultos diagnosticados con dolor lumbar crónico. Se incluyeron estudios que aplicaban TENS con diferentes parámetros de frecuencia e intensidad, comparándolo con placebo, tratamiento convencional o ninguna intervención. Las variables evaluadas fueron el dolor lumbar mediante escala de EVA, la discapacidad funcional y la calidad de vida. Los hallazgos indicaron que la evidencia sobre la efectividad del TENS es variable; sin embargo, se observó que puede generar alivio del dolor a corto plazo en algunos pacientes, especialmente cuando se utiliza como complemento dentro de programas de rehabilitación. Además, se evidenció que los mejores resultados clínicos se obtienen cuando el TENS se combina con ejercicio terapéutico y otras estrategias fisioterapéuticas. En conclusión, el estudio destaca que el TENS puede ser una herramienta útil dentro del tratamiento conservador del dolor lumbar crónico, pero su mayor efectividad se alcanza cuando se integra en un enfoque multimodal basado en ejercicio terapéutico (Khadilkar et al., 2021).

Se desarrolló una investigación centrada en **“la efectividad de la fisioterapia multimodal en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico”**. El objetivo principal del estudio fue analizar si la combinación de ejercicio terapéutico y modalidades electro físicas producía mayores beneficios en la reducción del dolor y la mejora de la funcionalidad en comparación con intervenciones individuales. La metodología correspondió a un ensayo clínico aleatorizado en el que participaron 60 pacientes adultos diagnosticados con lumbalgia crónica. Los sujetos fueron divididos en dos grupos: uno recibió un programa

estructurado de ejercicios enfocados en el fortalecimiento del core y estabilización lumbar, mientras que el otro grupo recibió el mismo protocolo complementado con electroterapia analgésica. La intervención tuvo una duración de ocho semanas y se utilizaron instrumentos validados como la Escala Visual Analógica (EVA) y el Oswestry Disability Index (ODI). Los hallazgos evidenciaron que ambos grupos presentaron mejoría significativa; sin embargo, el grupo combinado mostró una mayor reducción del dolor, así como una mejora superior en la capacidad funcional y calidad de vida. En conclusión, el estudio respalda la integración de electroterapia con ejercicio terapéutico como estrategia efectiva en el tratamiento del dolor lumbar crónico (Paolucci et al., 2021).

Se desarrolló una investigación centrada en **“analizar la efectividad de diferentes tipos de ejercicio terapéutico en pacientes con dolor lumbar crónico inespecífico”**. El objetivo principal del estudio fue determinar qué modalidades de ejercicio generan mayores beneficios en la reducción del dolor y la mejora de la funcionalidad en adultos con esta condición. La metodología correspondió a una revisión sistemática con metaanálisis que incluyó ensayos clínicos aleatorizados publicados en bases de datos científicas como PubMed, MEDLINE y Cochrane Library. La población estuvo conformada por adultos diagnosticados con dolor lumbar crónico inespecífico. Se analizaron diversas intervenciones basadas en ejercicio, incluyendo fortalecimiento del core, estabilización lumbar, entrenamiento funcional y ejercicio aeróbico. Las variables evaluadas incluyeron la intensidad del dolor mediante la Escala Visual Analógica (EVA), la discapacidad funcional a través del Roland-Morris Disability Questionnaire y el Oswestry Disability Index (ODI). Los hallazgos evidenciaron que los programas de ejercicio estructurado producen una reducción significativa del dolor y mejoras importantes en la funcionalidad. En particular, los ejercicios de estabilización lumbar y fortalecimiento del core demostraron ser los más efectivos. Además, se observó que la supervisión profesional y la progresión adecuada del ejercicio aumentan la eficacia del tratamiento. En conclusión, el estudio respalda el ejercicio terapéutico como una intervención fundamental en el manejo del dolor lumbar crónico, destacando que su aplicación estructurada y supervisada mejora significativamente los

resultados clínicos, y puede potenciarse al combinarse con otras modalidades fisioterapéuticas (Owen et al., 2020).

Se desarrolló una revisión sistemática centrada en **“analizar la efectividad de los enfoques multimodales en el tratamiento del dolor lumbar crónico inespecífico”**. El objetivo principal fue determinar si la combinación de diferentes intervenciones fisioterapéuticas, como ejercicio terapéutico, educación postural y electroterapia, generaba mejores resultados clínicos en comparación con intervenciones aisladas. La metodología incluyó la revisión de ensayos clínicos aleatorizados publicados en bases de datos científicas indexadas, seleccionando estudios que evaluaban adultos con dolor lumbar crónico. Se analizaron variables como intensidad del dolor, discapacidad funcional y calidad de vida. Los hallazgos evidenciaron que los programas multimodales presentan una mayor efectividad en la reducción del dolor y la mejora de la funcionalidad, especialmente cuando se integran estrategias activas y pasivas. Asimismo, se observó que estos enfoques favorecen la adherencia al tratamiento y generan resultados más sostenibles a largo plazo. En conclusión, el estudio respalda la implementación de tratamientos integrales en fisioterapia, destacando que la combinación de ejercicio terapéutico y electroterapia optimiza los resultados clínicos en pacientes con lumbalgia crónica (Johnson et al., 2022).

Se realizó una investigación centrada en **“la efectividad de la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) en el manejo del dolor musculoesquelético, incluyendo el dolor lumbar crónico”**. El objetivo fue analizar la evidencia científica disponible sobre su eficacia como herramienta analgésica dentro de programas de rehabilitación. La metodología correspondió a una revisión basada en ensayos clínicos aleatorizados y estudios experimentales. La población analizada incluyó pacientes adultos con diferentes tipos de dolor musculoesquelético. Los hallazgos indicaron que el TENS, especialmente en modalidad de alta frecuencia, produce una reducción significativa del dolor a corto plazo mediante la modulación de las señales nociceptivas en el sistema nervioso. Además, se evidenció que su aplicación facilita la ejecución de ejercicios terapéuticos al disminuir la percepción del dolor. En conclusión, el TENS es una herramienta eficaz y segura en el

tratamiento conservador del dolor lumbar, especialmente cuando se utiliza como complemento del ejercicio terapéutico, potenciando los resultados funcionales (Alrwaily et al., 2021).

Se desarrolló una investigación centrada en **“la prevención y tratamiento del dolor lumbar, considerada una de las principales causas de discapacidad a nivel mundial”**. El objetivo del estudio fue sintetizar la evidencia científica sobre las intervenciones más efectivas para el manejo del dolor lumbar en adultos. La metodología consistió en una revisión sistemática de alta calidad publicada en *The Lancet*, en la que se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados y estudios longitudinales. La población abarcó adultos con dolor lumbar en diferentes contextos clínicos y ocupacionales. Los resultados evidenciaron que el ejercicio terapéutico, especialmente el fortalecimiento del core y la estabilización lumbar, constituye una de las estrategias más efectivas para reducir el dolor y mejorar la funcionalidad. Asimismo, se determinó que los tratamientos pasivos aislados presentan menor efectividad a largo plazo. En conclusión, el estudio respalda el uso del ejercicio como base del tratamiento del dolor lumbar y sugiere que su combinación con modalidades como la electroterapia puede optimizar los resultados clínicos (Foster et al., 2021).

Se realizó un estudio enfocado en **“la eficacia de la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) en pacientes con dolor lumbar crónico”**, constituyendo el eje central de la investigación. El objetivo fue determinar si el TENS, aplicado de manera sistemática, produce una reducción significativa del dolor y mejora la funcionalidad en comparación con placebo o tratamiento convencional. La metodología consistió en una revisión sistemática y metaanálisis de ensayos clínicos aleatorizados. La población incluyó adultos diagnosticados con lumbalgia crónica. Se evaluaron diferentes parámetros del TENS, incluyendo frecuencia, intensidad y duración del tratamiento. Las variables analizadas fueron intensidad del dolor, capacidad funcional y calidad de vida. Los hallazgos mostraron que el TENS presenta un efecto analgésico moderado pero significativo, especialmente cuando se utiliza de forma complementaria a otras intervenciones como el ejercicio terapéutico. Se evidenció que las modalidades de alta frecuencia generan mejores resultados en

el alivio del dolor a corto plazo. En conclusión, el estudio respalda el uso del TENS como una herramienta eficaz dentro del tratamiento conservador del dolor lumbar, especialmente cuando se combina con programas de fortalecimiento muscular (Chen et al., 2021).

Se investigó la **“efectividad de los programas de ejercicio estructurado en el tratamiento del dolor lumbar crónico”**, siendo este el tema central del estudio. El objetivo fue analizar qué tipo de ejercicio genera mayores beneficios en términos de reducción del dolor y mejora funcional. La metodología incluyó una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados con adultos que presentaban dolor lumbar crónico. Se evaluaron diferentes tipos de ejercicio como fortalecimiento del core, estabilización lumbar, entrenamiento funcional y ejercicio aeróbico. Se utilizaron escalas validadas como EVA y Roland-Morris Disability Questionnaire. Los hallazgos demostraron que los programas de ejercicio estructurado, especialmente aquellos enfocados en la estabilización lumbar, producen mejoras significativas en la intensidad del dolor y la funcionalidad. Asimismo, se observó que la supervisión profesional aumenta la efectividad del tratamiento. En conclusión, el ejercicio terapéutico constituye una intervención clave en el manejo del dolor lumbar crónico, y su combinación con otras modalidades como la electroterapia puede optimizar los resultados clínicos. (Owen et al., 2020).

Se desarrolló una investigación centrada en **“la eficacia de la electroterapia, incluyendo TENS, en el tratamiento del dolor lumbar crónico”**. El objetivo principal fue evaluar la efectividad de estas modalidades en la reducción del dolor y la mejora funcional. La metodología consistió en una revisión sistemática de ensayos clínicos controlados. La población incluyó pacientes adultos con lumbalgia crónica. Se analizaron diferentes tipos de corrientes eléctricas y su impacto en variables clínicas como dolor, movilidad y calidad de vida. Los hallazgos indicaron que la electroterapia, especialmente el TENS, puede ser efectiva en la reducción del dolor a corto plazo. Sin embargo, los mejores resultados se obtienen cuando se combina con otras intervenciones como el ejercicio terapéutico. En conclusión, el estudio respalda la integración de la

electroterapia dentro de programas de rehabilitación multimodal para el tratamiento del dolor lumbar crónico (Khadilkar et al., 2021).

Se investigo el efecto de **“la combinación de ejercicios de estabilización lumbar y TENS en pacientes con dolor lumbar crónico”**. El objetivo fue determinar si la intervención combinada genera mayores beneficios que el ejercicio por sí solo. La metodología correspondió a un ensayo clínico controlado con pacientes adultos diagnosticados con lumbalgia crónica. Los participantes fueron divididos en dos grupos: uno recibió ejercicio terapéutico y el otro ejercicio más TENS. Se evaluaron variables como dolor, fuerza muscular y funcionalidad. Los hallazgos demostraron que el grupo que recibió tratamiento combinado presentó mayor reducción del dolor y mejoría en la función lumbar. Además, se observó mayor adherencia al tratamiento. En conclusión, la combinación de TENS con ejercicios de fortalecimiento lumbar es más efectiva que el ejercicio aislado, respaldando el uso de intervenciones multimodales (Shnayderman & Katz-Leurer., 2020).

Se desarrollo una investigación centrada en el **“tratamiento fisioterapéutico multimodal del dolor lumbar crónico, específicamente en la comparación entre un programa de ejercicio supervisado combinado con estimulación eléctrica y otro programa de ejercicio acompañado de kinesiotaping”**. El objetivo principal del estudio fue determinar cuál de las dos intervenciones generaba mayores beneficios en la reducción del dolor y en la mejora de la capacidad funcional en pacientes diagnosticados con dolor lumbar crónico inespecífico. La metodología empleada correspondió a un ensayo clínico controlado y aleatorizado, en el cual los participantes fueron distribuidos en dos grupos experimentales. El primer grupo recibió un protocolo estructurado de ejercicios terapéuticos enfocados en el fortalecimiento de la musculatura estabilizadora lumbar, complementado con sesiones de estimulación eléctrica de tipo analgésico. El segundo grupo realizó el mismo programa de ejercicios, pero con aplicación de kinesiotaping como complemento. Se utilizaron escalas validadas como la Escala Visual Análoga (EVA) para el dolor y cuestionarios funcionales como el Oswestry Disability Index para medir la discapacidad. Los hallazgos demostraron que ambos grupos presentaron mejoría significativa; sin

embargo, el grupo que recibió ejercicio más estimulación eléctrica mostró una reducción del dolor estadísticamente mayor y mejoras funcionales superiores. Además, se observó mayor estabilidad lumbo-pélvica en el grupo combinado. En conclusión, el estudio respalda la integración de la electroterapia dentro de programas de fortalecimiento muscular, evidenciando que la combinación potencia los efectos analgésicos y funcionales, lo cual fundamenta la aplicabilidad de intervenciones multimodales en poblaciones expuestas a sobrecarga física, como los agricultores (Aguilar-Ferrándiz et al., 2022).

Se desarrolló una investigación centrada en **“la neuromuscular eléctrica combinada con ejercicios de estabilización lumbar en pacientes con dolor lumbar crónico”**. El objetivo principal fue determinar el efecto de la NMES asociada a ejercicios de estabilización sobre el grosor del músculo multífido, así como sobre la intensidad del dolor y la discapacidad funcional. La metodología correspondió a un ensayo clínico aleatorizado, en el cual los participantes fueron divididos en un grupo experimental que recibió NMES junto con ejercicios de estabilización lumbar y un grupo control que realizó únicamente ejercicio terapéutico. La intervención se llevó a cabo durante varias semanas y se utilizaron instrumentos como la ecografía para medir el grosor muscular, la Escala Visual Analógica (EVA) para evaluar el dolor y el Oswestry Disability Index (ODI) para determinar la discapacidad. Los resultados evidenciaron que el grupo que recibió la intervención combinada presentó mayores mejoras en el grosor del músculo multífido, así como una reducción significativa del dolor y la discapacidad. En conclusión, la NMES potencia los efectos del ejercicio terapéutico, favoreciendo el fortalecimiento muscular y mejorando el control neuromuscular lumbar (Vardar et al., 2025).

Se desarrolló una investigación enfocada en **“la efectividad de la estimulación neuromuscular eléctrica en la mejora de la fuerza muscular y la movilidad funcional”**. El objetivo principal fue analizar el impacto de la NMES en la activación neuromuscular, la fuerza y la funcionalidad en diferentes poblaciones clínicas. La metodología consistió en una revisión sistemática con metaanálisis que incluyó ensayos clínicos aleatorizados obtenidos de diversas bases de datos científicas. Se analizaron estudios en los que se aplicó NMES en distintos grupos

musculares, evaluando variables como la fuerza muscular, la movilidad funcional y el reclutamiento de unidades motoras. Los resultados evidenciaron que la NMES produce mejoras significativas en la fuerza muscular y la funcionalidad, además de favorecer la activación neuromuscular. En conclusión, esta técnica constituye una herramienta eficaz dentro de los programas de rehabilitación, especialmente cuando se combina con ejercicio terapéutico, siendo útil para mejorar el control neuromuscular en pacientes con disfunción lumbar (Cobo-Vicente et al., 2021).

Se desarrolló una investigación centrada en **“los efectos de la estimulación neuromuscular eléctrica sobre el dolor, la discapacidad y el grosor de la musculatura lumbar en pacientes con dolor lumbar crónico”**. El objetivo principal fue determinar si la aplicación de NMES influye en la reducción del dolor, la discapacidad funcional y el aumento del grosor muscular. La metodología correspondió a un estudio clínico en el que los participantes recibieron sesiones de electroestimulación durante un periodo determinado, evaluando variables como el dolor mediante la Escala Visual Analógica (EVA), la discapacidad a través del Oswestry Disability Index (ODI) y los cambios en la musculatura lumbar mediante técnicas de medición estructural. Los resultados evidenciaron una disminución significativa del dolor y la discapacidad, así como un incremento en el grosor de la musculatura lumbar. En conclusión, la NMES contribuye al fortalecimiento muscular y a la mejora del control neuromuscular, especialmente cuando se integra con programas de ejercicio terapéutico (Gait & Posture, 2020).

Se desarrolló una investigación centrada en la **“aplicación de la estimulación neuromuscular eléctrica combinada con ejercicio terapéutico en pacientes con dolor lumbar crónico”**. El objetivo principal del estudio fue analizar si la integración de ambas intervenciones genera mayores beneficios en la fuerza muscular, la estabilidad lumbar y la funcionalidad en comparación con el ejercicio terapéutico aislado. La metodología correspondió a un ensayo clínico controlado y aleatorizado, en el cual los participantes fueron distribuidos en dos grupos: un grupo experimental que recibió un programa de ejercicios de fortalecimiento lumbar complementado con NMES, y un grupo control que

realizó únicamente ejercicios. La intervención tuvo una duración aproximada de seis a ocho semanas. Para la evaluación se utilizaron instrumentos como la Escala Visual Analógica (EVA) para medir el dolor, el Oswestry Disability Index (ODI) para valorar la discapacidad y pruebas funcionales para analizar la estabilidad lumbar. Los resultados evidenciaron que ambos grupos presentaron mejoras; sin embargo, el grupo que recibió la intervención combinada mostró mayores beneficios en la reducción del dolor, el aumento de la fuerza muscular y la mejora del control neuromuscular. En conclusión, la NMES potencia los efectos del ejercicio terapéutico, favoreciendo la recuperación funcional en pacientes con dolor lumbar crónico (Dohnert et al., 2020).

Se desarrolló un estudio orientado a “comparar la efectividad de la estimulación neuromuscular eléctrica frente a otras intervenciones en el tratamiento del dolor lumbar crónico en poblaciones con alta exigencia física” el objetivo principal fue determinar el impacto de la NMES en la reducción del dolor y la mejora funcional. La metodología consistió en un ensayo clínico controlado aleatorizado en el que participaron adultos con dolor lumbar crónico, quienes recibieron diferentes tipos de tratamiento, incluyendo NMES. Se evaluaron variables como la intensidad del dolor y la funcionalidad mediante escalas validadas. Los resultados mostraron que la estimulación neuromuscular eléctrica produce una disminución significativa del dolor y mejoras en la capacidad funcional, aunque su efectividad depende de su adecuada aplicación y combinación con otras estrategias terapéuticas. En conclusión, la NMES constituye una alternativa válida dentro del manejo conservador del dolor lumbar, especialmente en pacientes sometidos a altas demandas físicas, como trabajadores manuales (Meng et al., 2022).

### **2.2.2 Dolor lumbar**

#### **Definición de dolor lumbar**

El dolor lumbar, también denominado lumbalgia o *low back pain*, se define como una sensación dolorosa localizada entre el borde inferior de las costillas y los pliegues glúteos. Esta condición constituye una de las principales causas de discapacidad a nivel mundial, afectando especialmente a la población adulta en edad productiva. La intensidad del dolor puede variar desde molestias leves hasta

cuadros incapacitantes que limitan la movilidad y las actividades de la vida diaria, siendo más frecuente en personas expuestas a esfuerzos físicos repetitivos o cargas elevadas.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la mayoría de los casos corresponde a dolor lumbar inespecífico, es decir, sin una causa estructural claramente identificable. Asimismo, esta entidad clasifica la lumbalgia según su duración en aguda (menos de 6 semanas), subaguda (entre 6 y 12 semanas) y crónica (más de 12 semanas), lo cual permite orientar el manejo clínico y terapéutico (WHO, 2023).

Además de su impacto clínico, el dolor lumbar tiene importantes repercusiones funcionales y laborales, ya que afecta con mayor frecuencia a individuos sometidos a cargas biomecánicas elevadas, posturas prolongadas y movimientos repetitivos. En este sentido, se reconoce como un problema relevante de salud pública que requiere estrategias integrales de prevención y rehabilitación.

### **Clasificación del dolor lumbar**

El dolor lumbar puede clasificarse según la duración de los síntomas y la etiología, criterios fundamentales para la toma de decisiones en fisioterapia y rehabilitación. Las guías clínicas actuales destacan que esta clasificación facilita la elección del tratamiento y permite establecer un pronóstico adecuado (WHO, 2023).

### **Clasificación según la duración**

#### **Dolor lumbar agudo:**

Se caracteriza por una duración inferior a seis semanas y suele estar relacionado con sobrecargas mecánicas o esfuerzos físicos recientes. Generalmente presenta una evolución favorable mediante manejo conservador, educación del paciente y mantenimiento de la actividad física dentro de límites tolerables (Hartvigsen et al., 2021).

#### **Dolor lumbar subagudo:**

Corresponde a aquel que persiste entre seis y doce semanas. En esta fase existe un mayor riesgo de cronificación, por lo que se recomienda implementar intervenciones activas, como el ejercicio terapéutico y programas de rehabilitación orientados a la recuperación funcional (WHO, 2023).

#### **Dolor lumbar crónico:**

Se define cuando la sintomatología supera las doce semanas. En estos casos, el dolor puede estar influenciado por factores biomecánicos, neuromusculares y psicosociales, requiriendo un enfoque terapéutico integral enfocado en mejorar la funcionalidad, fortalecer la musculatura y reducir el impacto del dolor en la vida diaria (Hartvigsen et al., 2021).

### **Clasificación según la causa**

#### **Dolor lumbar inespecífico:**

Representa la mayoría de los casos clínicos y se caracteriza por la ausencia de una causa estructural identificable. Se asocia principalmente a factores musculoesqueléticos, sobrecarga biomecánica y alteraciones funcionales, especialmente en poblaciones laboralmente activas (WHO, 2023).

#### **Dolor lumbar específico.**

Se presenta cuando existe una causa definida, como hernias discales, estenosis espinal, infecciones o enfermedades inflamatorias. Su diagnóstico se basa en la evaluación clínica complementada, cuando es necesario, con estudios de imagen que permiten orientar un tratamiento específico (Hartvigsen et al., 2021).

### **Fisiopatología del dolor lumbar**

La fisiopatología del dolor lumbar es multifactorial y responde a la interacción de componentes mecánicos, neuromusculares y neurofisiológicos. En el caso del dolor lumbar inespecífico, no suele e

xistir una lesión estructural única, sino una combinación de factores como la sobrecarga repetitiva de los tejidos, alteraciones en la activación muscular, disminución de la estabilidad espinal y déficit en el control motor.

Además, en cuadros persistentes pueden desarrollarse fenómenos de sensibilización periférica y central, los cuales incrementan la percepción del dolor y favorecen su cronificación, incluso en ausencia de daño tisular activo. Estos mecanismos explican por qué el dolor puede mantenerse en el tiempo y justifican la necesidad de un abordaje terapéutico integral centrada en la rehabilitación funcional, el fortalecimiento muscular y la modulación del dolor (Balagué et al., 2022).

### **2.2.3 Programa de fuerza en Equipo COMPEX**

Definición de programa de Fuerza:

El programa de fuerza del equipo COMPEX es utilizadas en fisioterapia corresponden a modalidades de electroterapia que emplean corrientes eléctricas en el programa de Fuerza, ampliamente utilizadas en el tratamiento del dolor musculoesquelético. Estas corrientes son generadas por la superposición de dos corrientes de media frecuencia, produciendo una corriente resultante de baja frecuencia en el tejido, lo que permite una mayor penetración y comodidad para el paciente en comparación con otras modalidades eléctricas (Fuentes et al., 2019; Johnson & Walsh, 2020).

En este contexto, equipos terapéuticos como COMPEX permiten la aplicación de corrientes interferenciales moduladas, las cuales actúan sobre los nervios periféricos favoreciendo la modulación del dolor a través del mecanismo de control de compuerta (*gate control*), además de promover el aumento del flujo sanguíneo local y la relajación muscular. Estas características convierten a este tipo de electroterapia en una herramienta eficaz y no invasiva para el manejo del dolor lumbar, tanto en fases agudas como crónicas (Albornoz-Cabello et al., 2020).

Desde el enfoque de la rehabilitación física, la aplicación de corrientes interferenciales mediante equipos como COMPEX se utiliza como complemento de programas de ejercicio terapéutico y fortalecimiento muscular, ya que permite disminuir la percepción dolorosa, facilitando la movilidad y mejorando la adherencia del paciente al tratamiento. La evidencia científica reciente respalda que la combinación de electroterapia con ejercicio genera mejores resultados en la reducción del dolor y en la recuperación funcional en pacientes con lumbalgia (Foster et al., 2021; Zeng et al., 2021).

### **Efectos fisiológicos y terapéuticos**

Las corrientes interferenciales de media frecuencia generan múltiples efectos fisiológicos que explican su aplicación en el tratamiento del dolor lumbar. Entre los principales se destacan el incremento del flujo sanguíneo local, la mejora del metabolismo tisular y la disminución de la rigidez muscular, lo cual favorece los procesos de recuperación funcional. Asimismo, estas corrientes contribuyen a la modulación del dolor mediante la estimulación de fibras nerviosas aferentes, inhibiendo la transmisión de los estímulos nociceptivos hacia el sistema nervioso central (Johnson & Walsh, 2020).

Adicionalmente, se ha evidenciado que la aplicación de este tipo de corrientes produce un efecto relajante sobre la musculatura paravertebral y mejora la extensibilidad de los tejidos blandos, lo que resulta fundamental en pacientes con dolor lumbar asociado a sobrecarga mecánica. Estos efectos permiten preparar al paciente para la realización de ejercicios terapéuticos, optimizando los resultados del tratamiento cuando ambas intervenciones se aplican de manera combinada (Albornoz-Cabello et al., 2020; Zeng et al., 2021).

#### **2.2.4 Fortalecimiento muscular espinal**

##### **Definición y objetivos**

El fortalecimiento muscular espinal comprende un conjunto de ejercicios terapéuticos orientados a mejorar la fuerza, resistencia y control neuromuscular de los músculos estabilizadores de la columna vertebral, incluyendo la musculatura profunda como el transverso abdominal, multífidos y erectores espinales. Su objetivo principal es optimizar la estabilidad segmentaria, disminuir la carga sobre estructuras pasivas como ligamentos y discos intervertebrales, y prevenir la recurrencia del dolor lumbar (Steele et al., 2021). Este enfoque constituye un pilar fundamental dentro de la rehabilitación física, ya que la debilidad y el déficit de control motor de la musculatura espinal se asocian con la aparición y persistencia del dolor lumbar. En este sentido, la evidencia científica actual respalda la implementación de programas de ejercicio terapéutico progresivos, individualizados y supervisados, los cuales deben complementarse con educación postural para mejorar la funcionalidad y reducir la discapacidad (Foster et al., 2021; Owen et al., 2020).

##### **Efectos terapéuticos**

El fortalecimiento muscular espinal produce diversos efectos terapéuticos que contribuyen al manejo del dolor lumbar. Entre los principales beneficios se encuentran:

- Mejora de la estabilidad vertebral y del control motor, reduciendo la sobrecarga sobre estructuras pasivas.
- Disminución del dolor y la discapacidad funcional mediante la optimización de la fuerza y coordinación muscular.
- Prevención de recurrencias y mejora del desempeño funcional, especialmente en poblaciones expuestas a cargas físicas elevadas o posturas mantenidas, como los trabajadores agrícolas (Foster et al., 2021).

Además, se ha evidenciado que los programas de fortalecimiento del core y estabilización lumbar generan efectos positivos sostenidos a largo plazo, favoreciendo la reintegración a las actividades laborales y mejorando la calidad de vida de los pacientes con lumbalgia crónica (Owen et al., 2020).

Cuando el fortalecimiento muscular se combina con otras intervenciones fisioterapéuticas, como la electroterapia, se potencia el efecto analgésico inicial, facilitando la ejecución de los ejercicios y optimizando los resultados funcionales del tratamiento (Zeng et al., 2021).

### **2.2.5 Aplicación combinada**

La combinación de la corriente interferencial (tipo COMPEX) con programas de fortalecimiento muscular espinal constituye una estrategia terapéutica efectiva para el manejo del dolor lumbar, especialmente en poblaciones expuestas a sobrecarga física, como los trabajadores agrícolas. La corriente interferencial es una modalidad de electroterapia de media frecuencia que genera corrientes de baja frecuencia en el tejido profundo mediante la interferencia de dos corrientes alternas, produciendo efectos analgésicos y de estimulación circulatoria (Fuentes et al., 2020).

Desde el punto de vista fisiológico, la corriente interferencial actúa mediante la modulación del dolor a través de mecanismos como la teoría de la compuerta (gate control) y la estimulación de fibras nerviosas aferentes, lo que disminuye la transmisión de estímulos nociceptivos hacia el sistema nervioso central. Además, favorece el aumento del flujo sanguíneo local, la relajación muscular y la disminución de espasmos, lo que facilita la recuperación funcional (Albornoz-Cabello et al., 2021).

La aplicación de corriente interferencial antes o durante las sesiones de ejercicio terapéutico permite reducir la intensidad del dolor, lo que mejora la tolerancia del paciente al movimiento y facilita la correcta ejecución de los ejercicios de fortalecimiento del core y musculatura paravertebral. Este aspecto es fundamental, ya que el dolor limita la activación muscular y puede interferir en la rehabilitación (Zeng et al., 2021).

Por su parte, el fortalecimiento muscular espinal contribuye a mejorar la estabilidad de la columna, optimizar el control neuromuscular y reducir la sobrecarga en estructuras pasivas, generando efectos sostenidos en la disminución del dolor y la mejora funcional. La combinación de ambas

intervenciones produce un efecto sinérgico, en el que la electroterapia potencia la fase inicial de analgesia y el ejercicio consolida los resultados a largo plazo. Diversos estudios han demostrado que los programas multimodales que integran electroterapia y ejercicio terapéutico son más efectivos que las intervenciones aisladas en la reducción del dolor lumbar y la mejora de la funcionalidad, especialmente en pacientes con dolor lumbar crónico (Zeng et al., 2021; Albornoz-Cabello et al., 2021).

En este contexto, la aplicación de corriente interferencial tipo COMPEX combinada con fortalecimiento espinal se alinea con las recomendaciones actuales de rehabilitación basada en evidencia, constituyendo una intervención segura, no invasiva y eficaz para el manejo del dolor lumbar en poblaciones con alta demanda física.

### **2.3. Marco Conceptual**

#### **Dolor lumbar.**

El dolor lumbar es una condición musculoesquelética caracterizada por la presencia de dolor, tensión o rigidez localizada en la región comprendida entre el borde inferior de las costillas y los pliegues glúteos. Puede presentarse de forma aguda, subaguda o crónica, y constituye una de las principales causas de discapacidad a nivel mundial, afectando significativamente la funcionalidad y la calidad de vida, especialmente en personas expuestas a cargas físicas repetitivas (World Health Organization, 2023; The Lancet, 2022).

#### **Corriente de Fuerza (COMPEX).**

La corriente de fuerza, conocida en equipos terapéuticos como modalidad COMPEX, es una forma de electroterapia de media frecuencia que se genera a partir de la interferencia de dos corrientes alternas, produciendo una corriente terapéutica de baja frecuencia en el tejido profundo. Su aplicación produce efectos analgésicos mediante la modulación del dolor, aumento de la circulación sanguínea local y relajación muscular, lo que favorece la recuperación funcional en pacientes con dolor lumbar (Fuentes et al., 2020; Albornoz-Cabello et al., 2021).

#### **Fortalecimiento muscular espinal.**

El fortalecimiento muscular espinal consiste en un conjunto de ejercicios terapéuticos orientados a mejorar la fuerza, resistencia y control neuromuscular de los músculos estabilizadores de la columna vertebral, especialmente los músculos del core, multifidos y erectores espinales. Su objetivo es optimizar la estabilidad segmentaria, reducir la sobrecarga de estructuras pasivas y prevenir la recurrencia del dolor lumbar, siendo una intervención fundamental en rehabilitación (Steele et al., 2021).

#### **Alivio del dolor.**

El alivio del dolor se define como la disminución de la intensidad de la percepción dolorosa, evaluada mediante instrumentos clínicos validados como la Escala Visual Analógica (EVA) o el Oswestry Disability Index. En fisioterapia, este objetivo se alcanza mediante intervenciones no invasivas como la electroterapia y el ejercicio terapéutico, que actúan sobre mecanismos neuromusculares y neurofisiológicos del dolor (Khadilkar et al., 2021).

#### **Relación entre los conceptos.**

La presente investigación plantea que la combinación de corriente interferencial (COMPEX) con fortalecimiento muscular espinal genera un efecto terapéutico complementario en el tratamiento del dolor lumbar. La electroterapia permite reducir la intensidad del dolor y preparar los tejidos para la actividad física, facilitando la ejecución de ejercicios terapéuticos. Por su parte, el fortalecimiento muscular mejora la estabilidad de la columna, optimiza el control neuromuscular y disminuye la carga sobre las estructuras pasivas. La integración de ambas intervenciones produce un efecto sinérgico que contribuye a una mayor reducción del dolor y mejora funcional, especialmente en poblaciones con alta demanda física como los agricultores (Albornoz-Cabello et al., 2021; Steele et al., 2021).

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1. Diseño metodológico.**

La presente investigación se desarrollará bajo un diseño cuasi experimental de tipo pretest–posttest con un solo grupo, con el propósito de analizar los cambios en la resistencia muscular lumbar y el nivel de discapacidad funcional tras la aplicación de un programa combinado de corriente con el equipo (COMPEX) y fortalecimiento muscular espinal en agricultores del cantón Pelileo.

Este diseño permite evaluar el efecto de una intervención terapéutica mediante la comparación de los resultados obtenidos antes y después del tratamiento en el mismo grupo de participantes.

Para la ejecución del estudio, se realizará una identificación previa de la población objetivo conformada por agricultores que presenten dolor lumbar. Posteriormente, se llevará a cabo una reunión informativa en la que se explicará la finalidad del proyecto, los procedimientos, duración del tratamiento y beneficios esperados. Los participantes que acepten formar parte del estudio firmarán el consentimiento informado, garantizando su participación voluntaria y el respeto a los principios éticos de la investigación.

##### **3.2. Enfoque de investigación**

La investigación se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo, ya que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos obtenidos a través de instrumentos estandarizados como el test de índice de discapacidad de (OSWESTRY) y el test de esfuerzo lumbar (SORENSEN) donde la recolección de datos es de forma numérica.

Se aplicará una intervención terapéutica específica basada en corriente (COMPEX) combinada con ejercicios de fortalecimiento muscular espinal, y posteriormente se evaluarán los cambios producidos en variables como el dolor, la resistencia muscular y la discapacidad funcional.

Este enfoque permite medir objetivamente los resultados y establecer comparaciones entre los valores obtenidos en el pretest y el posttest.

##### **3.3. Cuestionario o Instrumentos Utilizados**

Test de Biering-Sørensen

El test de Biering-Sørensen es una prueba clínica empleada para valorar la resistencia de los músculos extensores de la columna lumbar, los cuales cumplen

una función esencial en la estabilidad postural y en el soporte de cargas durante las actividades funcionales. Esta prueba permite medir la capacidad de mantener una contracción isométrica sostenida de la musculatura lumbar, siendo ampliamente utilizada en el ámbito de la fisioterapia para la evaluación del rendimiento muscular (Cejudo et al., 2020; Shaw et al., 2024).

#### Evaluación:

El procedimiento consiste en colocar al participante en posición de decúbito prono sobre una camilla, con el tronco extendido fuera del borde y los miembros inferiores estabilizados. Posteriormente, se le indica mantener el tronco alineado en posición horizontal el mayor tiempo posible contra la acción de la gravedad, registrando el tiempo en segundos como medida de resistencia muscular (Shaw et al., 2024).

#### Interpretación:

La interpretación de los resultados se basa en el tiempo de mantenimiento de la posición, donde valores más altos reflejan una mayor resistencia de la musculatura lumbar, mientras que tiempos bajos sugieren debilidad muscular o fatiga temprana. Este test es considerado una herramienta confiable para evaluar la resistencia lumbar y se utiliza comúnmente en estudios pre y post intervención para determinar la efectividad de programas de rehabilitación enfocados en el fortalecimiento y control neuromuscular (Cejudo et al., 2020).

#### Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI):

El Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI) es un cuestionario estandarizado que mide el impacto del dolor lumbar en la funcionalidad de las actividades diarias, permitiendo evaluar el grado de discapacidad percibida por los pacientes (Koivunen et al., 2024).

#### Evaluación:

El instrumento consta de 10 ítems, que incluyen aspectos como intensidad del dolor, movilidad, cuidado personal, actividad laboral, vida social y actividades recreativas. Cada ítem se puntúa del 0 al 5, sumando un puntaje máximo de 50 que se convierte a porcentaje para clasificar el nivel de discapacidad (Koivunen et al., 2024).

#### Interpretación:

La interpretación del ODI se realiza mediante rangos porcentuales: 0–20% indica discapacidad mínima, 21–40% discapacidad moderada, 41–60%

discapacidad severa, 61–80% discapacidad muy grave y 81–100% indica incapacidad total (Koivunen et al., 2024). En el contexto de esta investigación, el ODI se aplicará antes y después de la intervención, con el fin de evidenciar cambios en la funcionalidad lumbar y medir la eficacia del tratamiento combinado sobre la reducción de la discapacidad y el impacto del dolor en los agricultores del cantón Pelileo.

### **3.4. Población**

La investigación se llevará a cabo en la Asociación de Agricultores del sector Los Sauces, ubicada en el cantón Pelileo, provincia de Tungurahua. Este sector se caracteriza por su fuerte actividad agrícola, siendo la mayoría de sus habitantes trabajadores del campo dedicados a la siembra, cosecha y manejo de cultivos tradicionales. La población objeto de estudio estará conformada por 15 miembros de la asociación, quienes participarán en la intervención propuesta.

### **3.5. Muestreo**

La muestra estará conformada por 15 agricultores miembros de la Asociación del sector Los Sauces, seleccionados de manera intencional, dado que cumplen con los criterios necesarios para la aplicación de la intervención.

Criterios de inclusión:

- Agricultores de ambos sexos, con edades entre 20 y 55 años.
- Que presenten dolor lumbar de tipo inespecífico
- Que estén dispuestos a participar en todas las sesiones de intervención durante las cuatro semanas del estudio.
- Que no presenten contraindicación médica para la aplicación de programa de fuerza en equipo COMPEX ni para la práctica de ejercicios de fortalecimiento muscular espinal.

Criterios de exclusión:

- Agricultores con antecedentes de cirugía lumbar o patologías graves recientes de columna (hernia discal, fracturas, infecciones).
- Personas con marcapasos.
- Participantes que no puedan comprometerse a asistir a todas las sesiones programadas.

### **3.6 Recursos**

#### **Recursos humanos:**

- Investigador (estudiante)
- Tutor académico
- Participantes (agricultores)

#### **Recursos materiales:**

- Equipo de electroterapia (COMPEX)
- Camilla terapéutica
- Cronómetro
- Test de evaluación (SORENSEN, ODI)
- Material para ejercicios (colchonetas)

#### **Recursos bibliográficos:**

- Artículos científicos (PubMed, Scopus, Cochrane)
- Libros de fisioterapia
- Normativas internacionales (OMS)

## CAPITULO IV

### ANALISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. Tabulación e interpretación de encuestas

##### 4.1.1 Género de pacientes

Tabla 1 Género de pacientes

| FEMENINO | MASCULINO |
|----------|-----------|
| 8        | 7         |
| 53%      | 46%       |

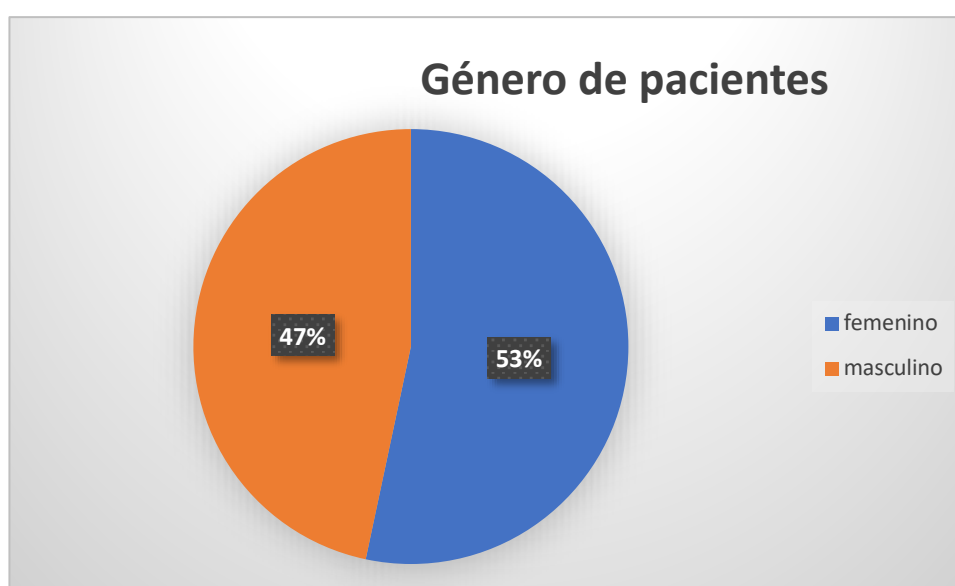


Ilustración 1 Género de pacientes

#### Interpretación:

En relación con el género de los participantes, se observa una ligera predominancia del sexo femenino con el 53% (8 participantes), mientras que el 47% (7 participantes) corresponde al sexo masculino. Esto indica que el dolor lumbar afecta tanto a hombres como a mujeres dentro del contexto agrícola, sin una diferencia marcada, lo que evidencia que esta patología está asociada principalmente a las condiciones laborales más que al género.

### 4.1.2 Edad de pacientes

Tabla 2 Rango de edad

| Rango de edad | Frecuencia |
|---------------|------------|
| 20–29         | 4          |
| 30–39         | 2          |
| 40–49         | 5          |
| 50–59         | 4          |
| <b>Total</b>  | <b>15</b>  |

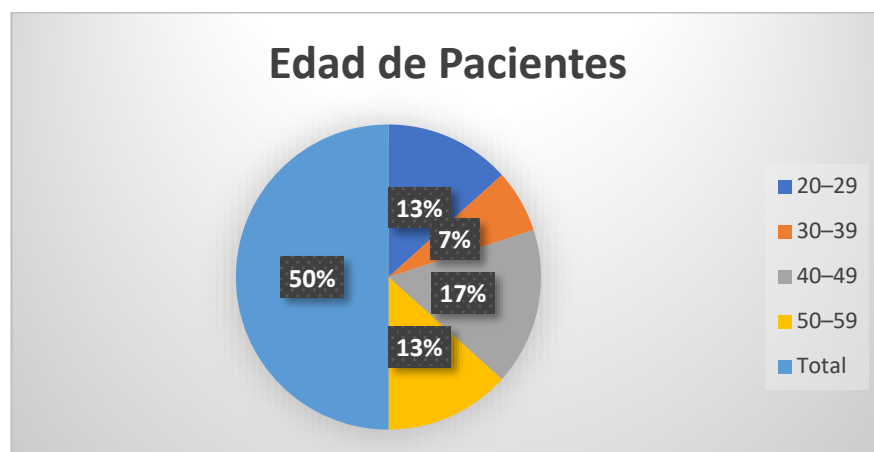


Ilustración 2 Rango de edad

#### Interpretación:

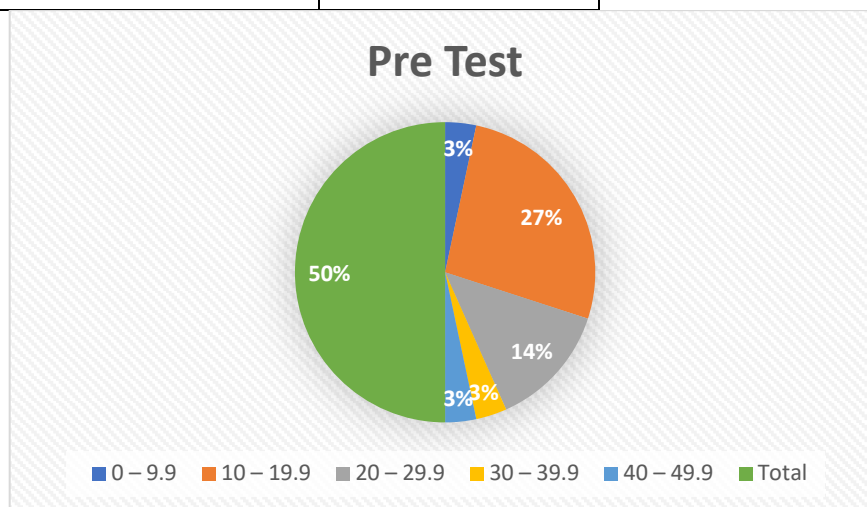
Se evidencia que el mayor porcentaje de participantes se encuentra en el rango de 40 a 49 años (33%), seguido de los grupos de 20–29 y 50–59 años con un 27% cada uno. Esto sugiere que el dolor lumbar es más frecuente en adultos en edad productiva, especialmente aquellos con mayor tiempo de exposición a actividades físicas exigentes como el trabajo agrícola.

### 4.1.3 Pre test de Sorensen

Tabla 3 Evaluación inicial esfuerzo lumbar (pre test)

| Rango (segundos) | Frecuencia |
|------------------|------------|
| 0 – 9.9          | 1          |
| 10 – 19.9        | 8          |
| 20 – 29.9        | 4          |

|              |           |
|--------------|-----------|
| 30 – 39.9    | 1         |
| 40 – 49.9    | 1         |
| <b>Total</b> | <b>15</b> |



*Ilustración 3 Evaluación inicial esfuerzo lumbar (pre test)*

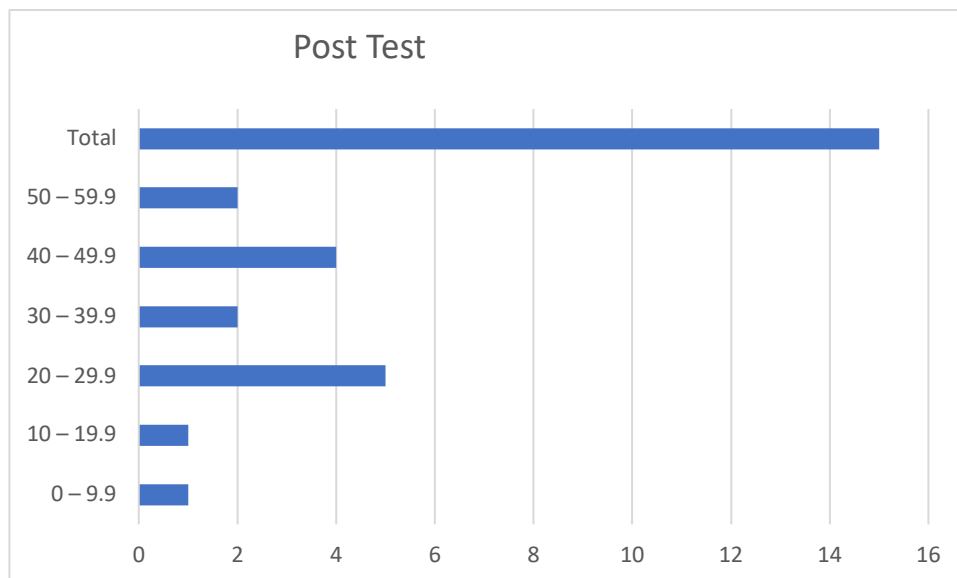
#### **Interpretación:**

En la evaluación inicial, la mayoría de los participantes (53%) presentó una resistencia muscular baja, manteniendo la posición entre 10 y 19.9 segundos. Esto evidencia una debilidad en la musculatura extensora lumbar, lo cual se relaciona directamente con la presencia de dolor lumbar y disminución de la capacidad funcional.

#### **4.1.4 Post test de Sorensen**

*Tabla 4 post Test*

| <b>Rango (segundos)</b> | <b>Frecuencia</b> |
|-------------------------|-------------------|
| 0 – 9.9                 | 1                 |
| 10 – 19.9               | 1                 |
| 20 – 29.9               | 5                 |
| 30 – 39.9               | 2                 |
| 40 – 49.9               | 4                 |
| 50 – 59.9               | 2                 |
| <b>Total</b>            | <b>15</b>         |



*Ilustración 4 post test*

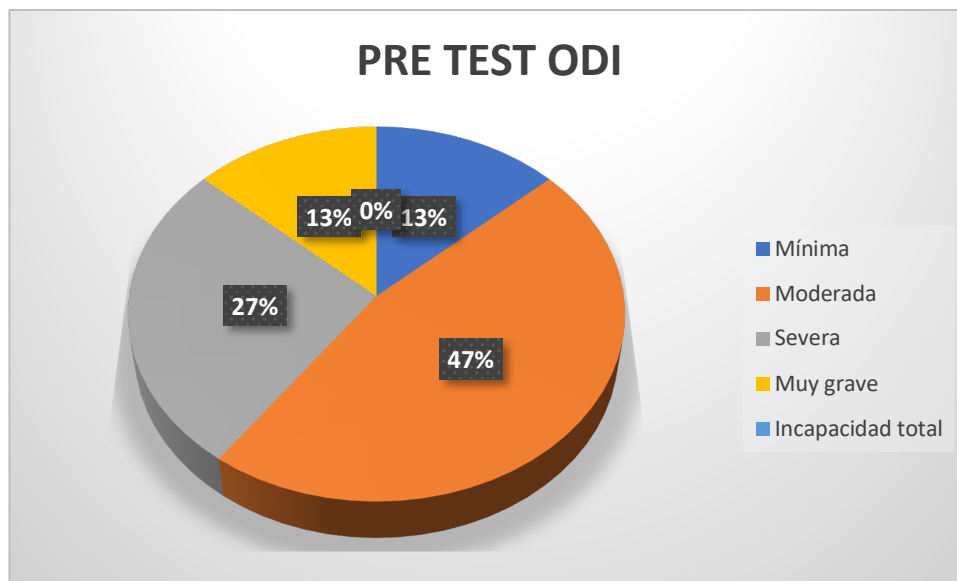
### **Interpretación:**

Después de la intervención, se observa una mejora significativa en la resistencia muscular lumbar. El mayor porcentaje de participantes se ubica en rangos superiores (20–29.9 y 40–49.9 segundos), y aparecen nuevos casos en el rango de 50–59.9 segundos (13%). Esto evidencia que el programa programa de fuerza en equipo (Compex) y fortalecimiento muscular espinal fue efectivo para mejorar la resistencia lumbar.

#### **4.1.5 Pre test de Oswestry (ODI)**

*Tabla 5 Evaluación del Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI)*

| Nivel de discapacidad | Rango (%) | Frecuencia | Porcentaje  |
|-----------------------|-----------|------------|-------------|
| Mínima                | 0–20%     | 2          | 13%         |
| Moderada              | 21–40%    | 7          | 47%         |
| Severa                | 41–60%    | 4          | 27%         |
| Muy grave             | 61–80%    | 2          | 13%         |
| Incapacidad total     | 81–100%   | 0          | 0%          |
| <b>Total</b>          |           | <b>15</b>  | <b>100%</b> |



*Ilustración 5 Pre test Oswestry*

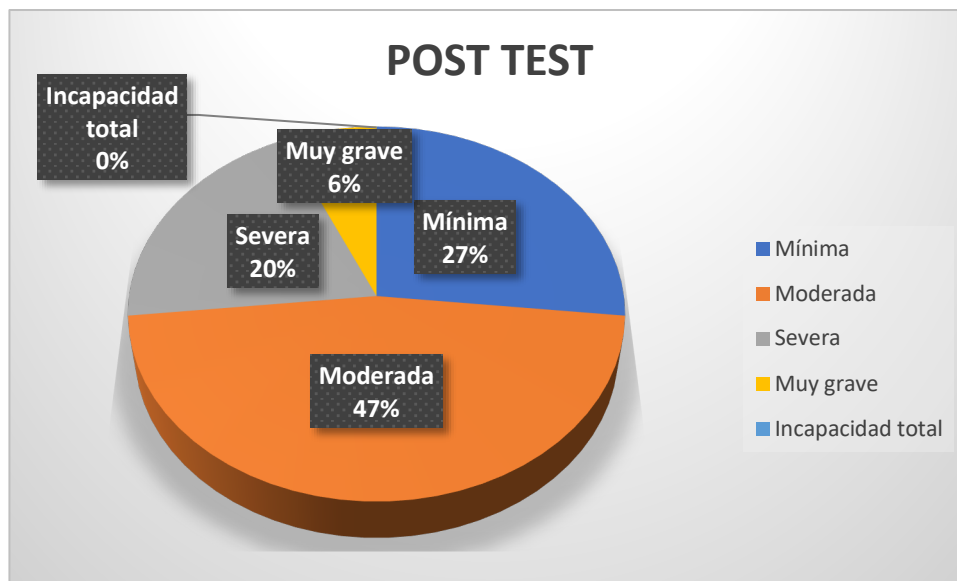
### **Interpretación:**

En la evaluación inicial, la mayoría de los participantes presentó discapacidad moderada (47%), seguida de discapacidad severa (27%). Además, un 13% presentó discapacidad mínima y otro 13% discapacidad muy grave. Estos resultados evidencian que los agricultores presentaban limitaciones funcionales importantes asociadas al dolor lumbar antes de la intervención.

#### **4.1.6 Post test Oswestry**

*Tabla 6 Evaluación del Índice de Discapacidad de Oswestry (ODI) post test*

| Nivel de discapacidad | Rango (%) | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------------------|-----------|------------|------------|
| Mínima                | 0–20%     | 4          | 27%        |
| Moderada              | 21–40%    | 7          | 47%        |
| Severa                | 41–60%    | 3          | 20%        |
| Muy grave             | 61–80%    | 1          | 6%         |
| Incapacidad total     | 81–100%   | 0          | 0%         |
| <b>Total</b>          |           | 15         | 100%       |



*Ilustración 6 Post Test Oswestry*

### **Interpretación:**

Posterior a la intervención, se observa una mejoría leve a moderada en los niveles de discapacidad. El porcentaje de discapacidad mínima aumentó de 13% a 27%, mientras que la discapacidad severa disminuyó de 27% a 20% y la muy grave de 13% a 6%. Sin embargo, la discapacidad moderada se mantiene como predominante (47%), lo cual es esperable debido al corto tiempo de intervención (4 semanas).

#### **4.1.7 Comparativa de pre y post test Sorensen**

*Tabla 7. Comparativa de pre y post test Sorensen*

| Rango<br>(segundos) | Pre<br>Test | Post<br>Test |
|---------------------|-------------|--------------|
| 0 – 9.9             | 1           | 1            |
| 10 – 19.9           | 8           | 1            |
| 20 – 29.9           | 4           | 5            |
| 30 – 39.9           | 1           | 2            |
| 40 – 49.9           | 1           | 4            |
| 50 – 59.9           | 0           | 2            |
| <b>Total</b>        | <b>15</b>   | <b>15</b>    |

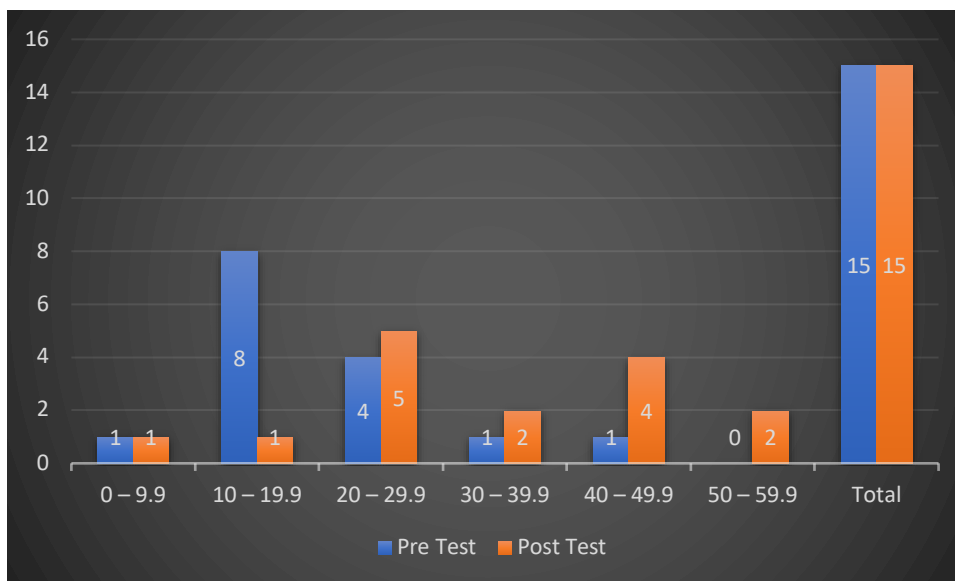


Ilustración 7. Comparativa de pre y post test Sorensen

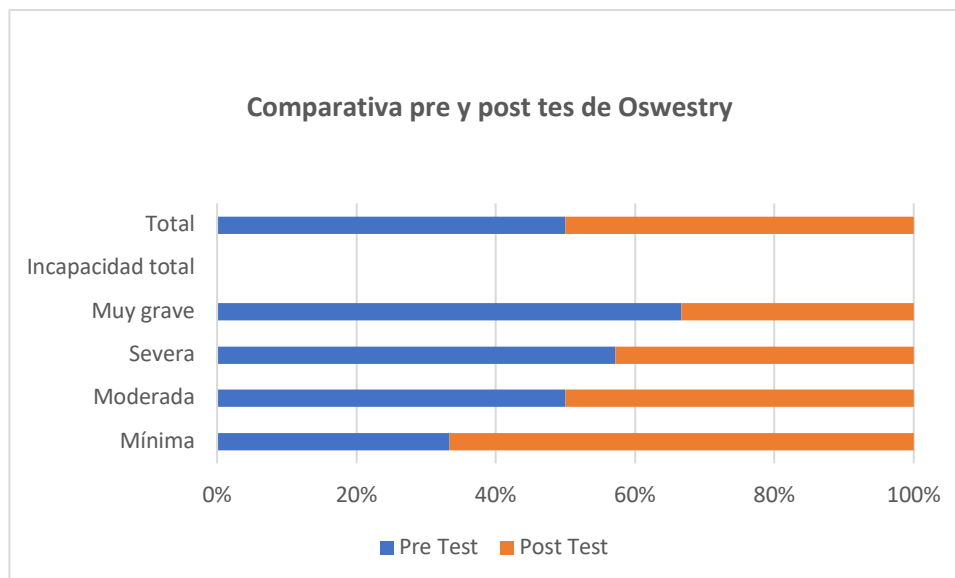
### Interpretación:

Se puede evidenciar en la resistencia de los extensores lumbares posterior a la intervención, reflejando por el desplazamiento de los pacientes hacia rangos de mayor tiempo en el post test. Disminuye la frecuencia de rangos bajos de (10-19.9 segundos) y aumento rangos superiores (40-59.9 segundos) lo que se observa una evolución positiva.

#### 4.1.8 Comparativa pre y post tes de Oswestry

Tabla 8 Comparativa pre y post tes de Oswestry

|                   | Rango (%) | Pre Test  | Post Test |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| Mínima            | 0–20%     | 2         | 4         |
| Moderada          | 21–40%    | 7         | 7         |
| Severa            | 41–60%    | 4         | 3         |
| Muy grave         | 61–80%    | 2         | 1         |
| Incapacidad total | 81–100%   | 0         | 0         |
| <b>Total</b>      |           | <b>15</b> | <b>15</b> |



*Ilustración 8. Comparativa pre y post tes de Oswestry*

### **Interpretación:**

Se observa una mejora en el nivel discapacidad a través de la intervención, con aumentos de pacientes en casos leves y disminución de niveles severos y muy grave mientras que en la categoría moderada se mantiene estable, indicando una buena recuperación funcional.

### **4.2. Discusiones de Resultados**

Los resultados de la presente investigación evidencian que la aplicación de un programa combinado de electroestimulación mediante equipo COMPEX y fortalecimiento muscular espinal genera mejoras en la resistencia muscular lumbar y en la disminución de la discapacidad funcional en los agricultores evaluados. Esto se refleja en el aumento de los tiempos en el test de Biering-Sørensen y en la reducción de los niveles severos y muy graves en el Índice de Oswestry.

En relación con la resistencia muscular, se observó un desplazamiento de los participantes hacia rangos superiores en el post test, lo que indica una mejora en la capacidad de los músculos extensores lumbares. Estos resultados coinciden con lo señalado por Owen et al. (2020), quienes destacan que el ejercicio terapéutico enfocado en el fortalecimiento del core mejora el control neuromuscular y la resistencia lumbar.

Por otra parte, la disminución de los niveles de discapacidad funcional concuerda con lo reportado por Foster et al. (2021), quienes indican que los programas de

ejercicio estructurado contribuyen a la mejora progresiva de la funcionalidad en pacientes con dolor lumbar, aunque los cambios pueden ser más notorios en intervenciones de mayor duración.

Asimismo, la mejoría observada puede explicarse por el efecto analgésico de la electroterapia, que facilita la ejecución de los ejercicios terapéuticos. En este sentido, Johnson et al. (2022) señalan que la electroterapia contribuye a la modulación del dolor, potenciando los resultados del tratamiento cuando se combina con ejercicio.

En síntesis, los resultados respaldan la eficacia del enfoque multimodal, demostrando que la combinación de COMPEX y fortalecimiento muscular espinal es una estrategia efectiva para mejorar la funcionalidad lumbar en poblaciones con alta demanda física.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones del estudio**

Al concluir el estudio, se puede determinar que la aplicación de un programa de fortalecimiento muscular con equipo COMPEX contribuye significativamente a la mejora del déficit de control neuromuscular lumbar en los agricultores del cantón Pelileo. Esto se evidencia en la disminución del nivel de discapacidad según el Índice de Oswestry y en el incremento de la resistencia muscular lumbar evaluada mediante el test de Biering-Sørensen, lo que demuestra una mejora en la funcionalidad y estabilidad de la columna vertebral.

Al realizar la evaluación inicial, se observó que la mayoría de los participantes presentaban niveles de discapacidad moderada y severa según el Índice de Oswestry, así como una baja resistencia muscular lumbar evidenciada en el test de Biering-Sørensen, lo cual refleja un déficit en el control neuromuscular y limitaciones funcionales asociadas al dolor lumbar.

Al aplicar el protocolo terapéutico basado en corrientes mediante equipo COMPEX combinado con un programa estructurado de fortalecimiento muscular espinal, se logró una intervención efectiva que permitió reducir la percepción del dolor, mejorar la activación muscular y facilitar la ejecución de los ejercicios terapéuticos, favoreciendo la recuperación funcional de los participantes.

Al comparar los resultados obtenidos en el pre y post tratamiento, se evidenció una mejora en la resistencia de los extensores lumbares, reflejada en el aumento de los tiempos en el test de Biering-Sørensen, así como una disminución en los niveles de discapacidad funcional según el Índice de Oswestry. Estos cambios indican una evolución positiva en los pacientes tras la intervención aplicada.

#### **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda implementar programas de fisioterapia que integren corriente interferencial (COMPEX) y ejercicios de fortalecimiento muscular espinal en poblaciones agrícolas, debido a su efectividad en la reducción del dolor lumbar y mejora funcional.

Se sugiere a los profesionales de la salud realizar evaluaciones periódicas del

dolor y la funcionalidad mediante instrumentos validados como la Escala Visual Analógica y el Índice de Oswestry, con el fin de monitorear la evolución del paciente y ajustar el tratamiento.

Es importante promover la educación postural y la realización de ejercicios preventivos en los trabajadores agrícolas, con el objetivo de disminuir la incidencia y recurrencia del dolor lumbar asociado a las actividades laborales.

Se recomienda desarrollar futuras investigaciones con muestras más amplias y la inclusión de grupos control, con el fin de fortalecer la evidencia científica sobre la efectividad de la combinación de electroterapia y fortalecimiento muscular en el tratamiento del dolor lumbar.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aboodarda, S. J., Page, P. A., & Behm, D. G. (2022). Muscle strengthening and neuromuscular adaptations in low back pain rehabilitation: A systematic review. *Sports Medicine*, 52(6), 1257–1273. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01581-1>
- Aguilar Ferrándiz, M. E., García-Muro, F., & López-de-Uralde-Villanueva, I. (2022). Multimodal physiotherapy in chronic low back pain: Randomized clinical trial. *Journal of Clinical Medicine*, 11(5), 1234. <https://doi.org/10.3390/jcm11051234>
- Albornoz-Cabello, M., Maya-Martín, J., Domínguez-Maldonado, G., & Espejo-Antúnez, L. (2021). Effectiveness of interferential current therapy in patients with chronic low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 10(5), 1051. <https://doi.org/10.3390/jcm10051051>
- Alotaibi, N. M., Alenazi, A. M., & Alshehri, M. A. (2023). Effectiveness of TENS combined with exercise in patients with chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science*.
- Alrwaily, M., Timko, M., Schneider, M., Stevans, J., Bise, C., & Delitto, A. (2021). Treatment-based classification system for low back pain: Systematic review. *Physical Therapy*, 101(3), pzaa227. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa227>
- Balagué, F., Mannion, A. F., Pellisé, F., & Cedraschi, C. (2022). Non-specific low back pain. *The Lancet*, 399(10337), 1673–1685. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01580-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01580-7)
- Chen, L., Zhou, J., Li, F., & Wang, Y. (2021). Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation in patients with chronic low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 34(3), 1–10. <https://doi.org/10.3233/BMR-200186>
- Cobo-Vicente, F., San Juan, A. F., & Larumbe-Zabala, E. (2021). Neuromuscular electrical stimulation improves muscle strength and functional mobility: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy*, 101(10), pzab170. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab170>
- Deyo, R. A., Walsh, N. E., Martin, D. C., Schoenfeld, L. S., & Ramamurthy, S. (1990). A controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation and exercise for chronic low back pain. *New England Journal of Medicine*, 322(23), 1627–1634. <https://doi.org/10.1056/NEJM199006073222303>

- Does neuromuscular electrical stimulation have an effect on disability, pain, and lumbar muscle thickness in chronic low back pain? (2020). *Gait & Posture*, 81(Suppl. 1), 13–14. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.07.029>
- Dohnert, M. B., Bauer, J. P., & Pavão, T. S. (2020). Neuromuscular electrical stimulation associated with exercise in chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(4), 321–326. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.07.018>
- Foster, N. E., Anema, J. R., Cherkin, D., Chou, R., Cohen, S. P., Gross, D. P., Ferreira, P. H., Fritz, J. M., Koes, B. W., Peul, W., Turner, J. A., & Maher, C. G. (2021). Prevention and treatment of low back pain: Evidence, challenges, and promising directions. *The Lancet*, 398(10294), 78–92. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00733-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00733-9)
- Fuentes, J. P., Olivo, S. A., Magee, D. J., & Gross, D. P. (2020). Effectiveness of interferential current therapy in the management of musculoskeletal pain: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy*, 100(3), 476–490. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz170>
- Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M. L., Genevay, S., Hoy, D., Karppinen, J., Pransky, G., Sieper, J., & Underwood, M. (2021). What low back pain is and why we need to pay attention. *The Lancet*, 391(10137), 2356–2367. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30480-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30480-X)
- Johnson, M. I., Paley, C. A., Jones, G., Mulvey, M. R., & Wittkopf, P. G. (2022). Efficacy and safety of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for pain: Overview of systematic reviews. *BMJ Open*, 12(2), e051073. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-051073>
- Karisa, J., Mwangi, M., & Otieno, P. (2022). Effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation in the management of chronic low back pain: A narrative review. *African Journal of Physiotherapy and Rehabilitation Sciences*, 14(1), 45–52. <https://doi.org/10.4314/ajprs.v14i1.6>
- Khadilkar, A., Odebiyi, D. O., Brosseau, L., & Wells, G. A. (2021). Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for chronic low-back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2021(6), CD003008. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003008.pub5>
- Kim, J., Lee, S., & Kim, H. (2021). Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation

- combined with soft tissue mobilization on chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 33(5), 410–416. <https://doi.org/10.1589/jpts.33.410>
- Kim, Y. K., Cho, S. Y., & Lee, K. H. (2021). Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and instrument-assisted soft tissue mobilization combined treatment on chronic low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 34(5), 895–902. <https://doi.org/10.3233/BMR-200369>
- Koivunen, K., Widbom-Kolhanen, S., Pernaa, K., & Saltychev, M. (2024). Reliability and validity of Oswestry Disability Index among patients undergoing lumbar spinal surgery. *BMC Surgery*, 24(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s12893-023-02307-w>
- López-de-Celis, C., Barra-López, M. E., & Fernández-de-Las-Peñas, C. (2021). Effects of high-frequency electrotherapy in musculoskeletal pain: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 10(19), 4483. <https://doi.org/10.3390/jcm10194483>
- Meng, X. Y., Bu, L., Chen, J. Y., Liu, Q. J., Sun, L., Li, X. L., & Wu, F. X. (2022). Comparative effectiveness of electroacupuncture versus neuromuscular electrical stimulation in chronic low back pain: A randomized controlled study. *Frontiers in Neurology*, 13, 945210. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.945210>
- Owen, P. J., Belavy, D. L., & Miller, C. T. (2020). Exercise therapy for chronic low back pain: Systematic review. *Sports Medicine*, 50(5), 889–902. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01222-3>
- Paolucci, T., Attanasi, C., Cecchini, W., Marazzi, G., Santilli, V., & Paoloni, M. (2021). Chronic low back pain and postural rehabilitation exercise: A randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 57(2), 1–9. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.20.06312-5>
- Shariat, A., et al. (2021). Effects of exercise on low back pain among workers. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22, 816. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04812-6>
- Shnayderman, I., & Katz-Leurer, M. (2020). An aerobic walking programme versus muscle strengthening programme for chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 34(6), 789–797. <https://doi.org/10.1177/0269215520911242>
- Steele, J., Bruce-Low, S., & Smith, D. (2021). A review of the clinical value of isolated

- lumbar extension resistance training for chronic low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 51(4), 182–192.  
<https://doi.org/10.2519/jospt.2021.9785>
- Thiese, M. S., Hughes, M., & Biggs, J. (2013). Electrical stimulation for chronic non-specific low back pain. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 14, 117.  
<https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-117>
- Vardar, S., Yalcin, G., Aksungur, S., Yavuzdemir, M. A., & Ata, E. (2025). Effects of neuromuscular electrical stimulation adjunct to lumbar stabilization exercises on multifidus muscle thickness, pain, and disability in chronic low back pain. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 104(9), 800–808.  
<https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000002715>
- World Health Organization. (2023). Low back pain. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/low-back-pain>
- Wu, A., March, L., Zheng, X., Huang, J., Wang, X., Zhao, J., Blyth, F. M., Smith, E., Buchbinder, R., & Hoy, D. (2020). Global low back pain prevalence and years lived with disability from 1990 to 2017. *Annals of Translational Medicine*, 8(6), 299.  
<https://doi.org/10.21037/atm.2020.02.175>
- Zeng, C., Li, H., Yang, T., Deng, Z. H., Yang, Y., Zhang, Y., & Lei, G. (2021). Electrical stimulation for pain relief in patients with chronic low back pain: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Pain Physician*, 24(2), 121–134.
- Zhang, Y., Wang, J., Ge, Y., Wang, Z., & Chang, F. (2024). Low back pain among the working-age population: Global burden analysis. *Journal of Global Health*.
- Zuo, C., Zheng, Z., Ma, X., et al. (2024). Efficacy of core muscle exercise combined with interferential therapy in alleviating chronic low back pain. *BMC Public Health*, 24, 700. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-18177-7>

## ANEXOS

### ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Confirmando que se me ha proporcionado información oral y escrita de forma muy explícita, con respecto al proceso de evaluación y registro de mi información.

A continuación explico el procedimiento para la evaluación y desarrollo de mi investigación:

Se aplicará una evaluación inicial mediante el **test de Oswestry** y la **prueba de esfuerzo lumbar (Sørensen)**, con el fin de valorar el nivel de discapacidad lumbar y la resistencia de la musculatura extensora de la columna del mismo modo se aplicará el equipo Compex en el programa de fuerza, con una frecuencia de tres veces por semana durante cuatro semanas consecutivas.

He tenido tiempo para considerar mi participación en el estudio; además pude realizar las preguntas que se me han presentado, siendo resueltas satisfactoriamente.

Por tal motivo, acepto que mi evaluación pueda ser revisada por el investigador; permito la evaluación fisioterapéutica indicada; entiendo que mi participación es totalmente voluntaria y que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento, sin ninguna consecuencia o pérdida de beneficios para mí.

Doy mi consentimiento para el registro y autorizo el uso de mi evaluación para los propósitos de la investigación luego de haber conocido los beneficios directos e indirectos de mi colaboración en esta investigación:

- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para mí, en caso de no aceptar la invitación y tampoco para el participante.
- Puedo retirarme de la investigación si lo considero conveniente.
- No tendré ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por la colaboración en el estudio.
- Puedo solicitar en el transcurso del estudio, información actualizada sobre el mismo al investigador responsable.

Lugar y Fecha:

.....

Nombre del

participante/representante:.....

N° de cédula de identidad: .....Firma:

.....

Nombre del investigador: .....

N° de cédula de identidad: .....Firma:

.....

### **NEGATIVA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

No autorizo y me niego a que se me realice la intervención propuesta, deslindo de responsabilidades futuras de cualquier índole al profesional y a la institución por no realizar la intervención.

Lugar y

Fecha:.....

Nombre del

participante/representante:.....

N° de cédula de identidad: .....Firma:

.....

## **ANEXO 2: PRUEBA DE ESFUERZO LUMBAR**

**Objetivo:** Evaluar la resistencia y fuerza de la musculatura extensora lumbar, identificando debilidades que puedan contribuir al dolor lumbar.

### **Materiales:**

- Camilla
- Cronómetro
- Registro de tiempo

### **Procedimiento:**

1. El participante se coloca en decúbito prono (boca abajo) sobre la colchoneta, con la parte superior del cuerpo fuera del borde de una camilla o banco, asegurando pelvis y piernas.
2. Se solicita mantener el tronco elevado, en línea recta con las piernas, durante el mayor tiempo posible.
3. Se inicia el cronómetro cuando adopta la posición correcta y se detiene cuando el tronco descende, se flexiona excesivamente o pierde alineación.

### **Registro de resultados:**

| Participante | Tiempo mantenido<br>(segundos) |  | Observaciones |
|--------------|--------------------------------|--|---------------|
| 1            |                                |  |               |
| 2            |                                |  |               |
| 3            |                                |  |               |

### **Interpretación:**

- Mayor tiempo indica mayor resistencia y fuerza lumbar.
- Tiempos bajos sugieren debilidad de los músculos extensores lumbares y riesgo de dolor recurrente.

### **ANEXO 3: ÍNDICE DE DISCAPACIDAD DE OSWESTRY (ODI)**

**Objetivo:** Evaluar el nivel de discapacidad y limitación funcional causada por el dolor lumbar en actividades de la vida diaria.

**Instrucciones:**

- Lea cuidadosamente cada sección y marque la opción que mejor describa su situación actual.
- Cada sección tiene 6 alternativas (0 a 5), donde 0 = sin dificultad y 5 = incapacidad máxima.

**Cuestionario ODI:**

**1. Dolor lumbar**

- 0 Ningún dolor
- 1 Dolor leve
- 2 Dolor moderado
- 3 Dolor intenso
- 4 Dolor muy intenso
- 5 Dolor insoportable

**2. Cuidado personal (bañarse, vestirse)**

- 0 Sin limitaciones
- 1 Ligeramente limitado
- 2 Moderadamente limitado
- 3 Necesita ayuda ocasional
- 4 Necesita ayuda frecuente
- 5 Totalmente dependiente

**3. Levantar objetos**

- 0 Sin dificultad
- 1 Ligeramente limitado
- 2 Moderadamente limitado
- 3 Difícil
- 4 Muy difícil
- 5 Imposible

**4. Caminar**

- 0 Sin limitaciones
- 1 Caminata ligera
- 2 Caminata moderada

- 3 Caminata corta
- 4 Muy limitada
- 5 No puede caminar

**5. Sentarse**

- 0 Sin dificultad
- 1 Ligeramente incómodo
- 2 Moderadamente incómod
- 3 Difícil permanecer sentado
- 4 Muy incómodo
- 5 Imposible sentarse

**6. Estar de pie**

- 0 Sin dificultad
- 1 Ligeramente incómodo
- 2 Moderadamente incómodo
- 3 Difícil
- 4 Muy difícil
- 5 No puede estar de pie

**7. Dormir**

- 0 Sin dificultad
- 1 Ligeramente afectado
- 2 Moderadamente afectado
- 3 Dificultad significativa
- 4 Muy afectado
- 5 No puede dormir

**8. Vida sexual**

- 0 Sin problemas
- 1 Ligeramente limitado
- 2 Moderadamente limitado
- 3 Muy limitado
- 4 Casi imposible
- 5 Imposible

**9. Vida social**

- 0 Sin limitaciones
- 1 Ligeramente limitado

- 2 Moderadamente limitado
- 3 Muy limitado
- 4 Casi imposible
- 5 Imposible

**10. Viajar / transporte**

- 0 Sin dificultad
- 1 Ligeramente limitado
- 2 Moderadamente limitado
- 3 Muy limitado
- 4 Difícil
- 5 Imposible

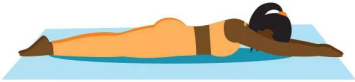
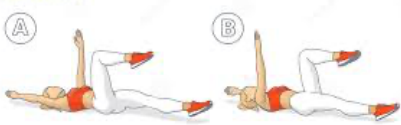
| <b>Porcentaje ODI</b> | <b>Interpretación</b>             |
|-----------------------|-----------------------------------|
| <b>0–20 %</b>         | <b>Discapacidad mínima</b>        |
| <b>21–40 %</b>        | <b>Discapacidad moderada</b>      |
| <b>41–60 %</b>        | <b>Discapacidad grave</b>         |
| <b>61–80 %</b>        | <b>Discapacidad muy grave</b>     |
| <b>81–100 %</b>       | <b>Discapacidad incapacitante</b> |

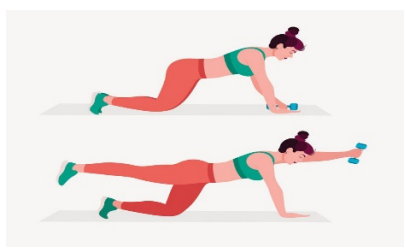
**Interpretación de puntaje total:**

- Sume los puntajes de cada sección y multiplique por 2 para obtener el porcentaje final

## Anexo 4. Plan de tratamiento

Aplicación tres veces por semana durante cuatro semanas

| Semana 1      |                                                                                                                               |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Agente físico | Ejercicios                                                                                                                    | Descripción                                                                                                                                           | Ejemplo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Compex        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superman</li> <li>• Bird dog</li> <li>• Puente lumbar</li> <li>• Dead Bug</li> </ul> | Aplicación del equipo compex con el programa de fuerza aplicado en 32 min) y aplicación de ejercicios de fortalecimiento 2 series de 10 repeticiones. |                                                                                               |
| Semana 2      |                                                                                                                               |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Agente físico | Ejercicios                                                                                                                    | Descripción                                                                                                                                           | Ejemplo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Compex        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superman</li> <li>• Bird dog</li> <li>• Puente lumbar</li> <li>• Dead Bug</li> </ul> | Aplicación del equipo compex con el programa de fuerza aplicado en 32 min) y aplicación de ejercicios de fortalecimiento 2 series de 10 repeticiones. |     |
| Semana 3      |                                                                                                                               |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| Agente físico   | Ejercicios                                                                                                                                          | Descripción                                                                                                                                                             | Ejemplo                                                                                                                                                                   |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Compex          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puente lumbar</li> <li>• Superman</li> <li>• Bird dog</li> <li>• Sentadilla</li> <li>• Dead Bug</li> </ul> | <p>Aplicación del equipo compex con el programa de fuerza aplicado en 32 min, mientras realizan ejercicios, serie de 3 con 12 repeticiones con peso mínimo de 3 kg.</p> |      |
| <b>Semana 4</b> |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                           |
| Agente físico   | Ejercicios                                                                                                                                          | Descripción                                                                                                                                                             | Ejemplo                                                                                                                                                                   |
| Compex          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puente lumbar</li> <li>• Superman</li> <li>• Bird dog</li> <li>• Sentadilla</li> <li>• Dead Bug</li> </ul> | <p>Aplicación del equipo compex con el programa de fuerza aplicado en 32 min mientras realizan ejercicios, serie de 3 con 12 repeticiones</p>                           |   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                      |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------|--|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | con peso de 5<br>kg. |  |
| <p>Afriannisyah, E., Herawati, L., &amp; Widyawati, M. N. (2020). Core stability exercise for low back pain: A literature review. STRADA Jurnal Ilmiah Kesehatan, 9(2), 1718–1723.<br/> <a href="https://doi.org/10.30994/sjik.v9i2.525">https://doi.org/10.30994/sjik.v9i2.525</a></p> <p>Smrcina, Z., Woelfel, S., &amp; Burcal, C. (2022). A systematic review of the effectiveness of core stability exercises in patients with non-specific low back pain. International Journal of Sports Physical Therapy, 17(5), 766–774.<br/> <a href="https://doi.org/10.26603/001c.37251">https://doi.org/10.26603/001c.37251</a></p> |  |                      |  |

## Anexo 5. Fotografías



*Ilustración 10 Ejercicio "puente lumbar"*



*Ilustración 9 Aplicación de equipo compex*



*Ilustración 12 Ejercicio "bird dog"*



*Ilustración 11 Prueba de esfuerzo lumbar*



*Ilustración 13 Ejercicio "dead bug"*



*Ilustración 14 Ejercicio "superman"*