

# Órtesis de inmovilización impresos en 3D para perros: revisión sistemática de la literatura

## *3D printed immobilization orthoses for dogs: a systematic literature review*

Fecha de recepción: 2022-06-16 • Fecha de aceptación: 2022-08-03 • Fecha de publicación: 2022-10-10

**José Miguel Segnini Maizo<sup>1</sup>**

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, Ecuador

[jmsegnini@pucesi.edu.ec](mailto:jmsegnini@pucesi.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-4894-6482>

**María Francisca Fernández Badillo<sup>1</sup>**

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, Ecuador

[mffernandez@pucesi.edu.ec](mailto:mffernandez@pucesi.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-5854-0566>

**Juan Sebastián Velasco Correa<sup>1</sup>**

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, Ecuador

[jvelasco@pucesi.edu.ec](mailto:jvelasco@pucesi.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-4572-2333>

**Mary Josefina Vergara Paredes<sup>2</sup>**

Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

[mvergarap@ups.edu.ec](mailto:mvergarap@ups.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-5718-3325>

## RESUMEN

En el mercado nacional no existen empresas ni proyectos académicos que trabajen en el desarrollo

de órtesis de inmovilización para perros, solo se encuentran productos comerciales de importación con altos costos de adquisición y mantenimiento. En esta investigación se presenta una revisión sistemática de literatura que considera las órtesis caninas de inmovilización, haciendo singular enfoque en la impresión 3D. Se aplica el método de Torres-Carrión, planteando dos preguntas de investigación: a) ¿Qué tipo de tecnología utilizan las órtesis impresas en 3D de inmovilización para perros?, y b) ¿Cuáles son los métodos considerados en los estudios? La búsqueda en las bases de datos como Scopus y Google Scholar generaron diez y un artículo, respectivamente. Como resultados se destaca la utilización del escáner 3D para realizar digitalmente el levantamiento tridimensional del miembro afectado del animal y así procesar mediante paquetes computacionales el diseño, análisis del dispositivo para luego fabricarlo mediante la tecnología de impresión 3D. Concluyendo que no existen muchos estudios específicos sobre órtesis caninas impresas tridimensionalmente, abriendo una brecha para futuros estudios en este campo específico.

**PALABRAS CLAVE:** método de impresión, rehabilitación médica, animal doméstico, revisión sistemática

## ABSTRACT

In the national market there are no companies or academic projects working on the development of immobilization orthoses for dogs, only imported commercial products with high acquisition and maintenance costs. This research presents a systematic literature review that considers canine immobilization orthoses, with a singular focus on 3D printing. The Torres-Carrion method is applied, posing two research questions: a) What type of technology is used in 3D printed dog immobilization orthoses, and b) What are the methods considered in the studies? The search in databases such as Scopus and Google Scholar generated ten and one article, respectively. The results highlight the use of the 3D scanner to digitally perform the three-dimensional survey of the affected limb of the animal and thus process through computer packages the design and analysis of the device and then manufacture it using 3D printing technology. We conclude that there are not many specific studies on three-dimensional printed canine orthoses, opening a gap for future studies in this specific field.

**KEYWORDS:** printing method, medical rehabilitation, domestic animal, systematic review

## Introducción

Los animales, al igual que los humanos, están expuestos a accidentes, deformidades o enfermedades que dificultan su normal movimiento. Esto quiere decir que la calidad de vida se reduce cuando el animal sufre dislocaciones, esguinces, esguinces de articulaciones, ligamentos y otras enfermedades que pueden o no derivar en cirugía, y, en la mayoría de los casos, es necesario entablillar para su recuperación. Si bien esto es cierto, en otros países existen órtesis para rehabilitar o acondicionar animales; son dispositivos importados, que tienen un alto costo en la realidad social ecuatoriana, y es la razón principal por la que en su lugar los veterinarios optan por improvisar (*Thomas Splints*) con accesorios como tubería de PVC, madera, algodón, etc (Rubio, 2011).

Las órtesis convencionales (yeso) de acuerdo con Segnini et al. (2017) presentan unas series de desventaja como son, el peso, el impedimento del lavado de heridas, posibles alergias en la piel, tiempo de recuperación, son incómodas para el usuario y son solubles en agua.

Bajo la luz de lo anterior, a nivel mundial, muchas Instituciones de Educación Superior y centros de investigación han desarrollado prototipos de interés, siguiendo metodologías del proceso de diseño, análogas entre sí, y que parten de la investigación de referentes que sirven para generar diversas alternativas de mecanismos, materiales y estética. En este sentido, países como España, Estados Unidos, Israel, Rusia y Suecia han direccionado esfuerzos para desarrollar dispositivos de inmovilización para animales, específicamente perros, como se muestra en varios trabajos, como por mencionar algunos, los de Antonana et al. (2019); Popov et al. (2019); Torres et al. (2017); Wagoner et al. (2018); Mesa (2020) y Pascual Torres (2019), todos direccionados a resolver el problema de movilidad y marcha del animal, utilizando como herramienta principal la manufactura aditiva (impresión 3D). A pesar de ello, muchos son equipos complejos con sensores electrónicos y con conectividad móvil, otros poseen componentes de electroestimulación para acelerar la recuperación del usuario y en otros casos, utilizan materiales especiales como la fibra de carbono.

Países latinoamericanos como Colombia y Guatemala documentan investigaciones en pro del desarrollo de equipos ortésicos de inmovilización para perros, tal como los presentados por Rubio (2011), Cortés (2013), Rocha (2019) y Herrera et al. (2020), en donde dos de las investigaciones, desarrollan dispositivos ortésicos para solucionar problemas puntuales como la displasia de cadera y la estenosis degenerativa lumbosacra, mientras que la de Cortés (2013) realiza un producto de inmovilización estándar, manejando diferentes tallajes derivados de las dimensiones del animal y en la de Herrera et al. (2019), que se realiza un dispositivo mecánico que utiliza eslabones, engranajes y resortes (mecanismos), para proporcionar soporte estructural a los perros, al tiempo que permite la movilidad dentro de un rango específico.

Académicamente, en Ecuador se han mostrado avances en el desarrollo de equipos ortésicos para perros, como el presentado por Zambonino (2019), en el cual se realizó un inmovilizador para tratamientos traumatológicos en patas delanteras de canes, mediante estudios zoométricos para explorar la fisionomía del animal. Por su parte, Nacevilla (2018) desarrolla un sistema de control

sobre una adaptación de órtesis veterinaria destinado a la rehabilitación del movimiento de la rodilla canina operada desde un dispositivo móvil.

Por otra parte, las mejores soluciones son las que toman en cuenta la adaptación fisionómica de la extremidad afectada, requerimiento estudiado solo por algunas investigaciones como es el caso de Antonana et al. (2019), Popov, et al. (2019), Mesa (2020 ) y Pascual Torres (2019), los cuales utilizan un escáner 3D para realizar digitalmente el levantamiento tridimensional del miembro afectado del animal y así procesar mediante paquetes computacionales el diseño, análisis del dispositivo para luego fabricarlo mediante la tecnología de impresión 3D. Una limitante de esta tecnología es que sigue siendo un proceso de manufactura considerablemente lento (36 a 48 hs. de impresión), sin tomar en cuenta el posprocesado.

Por otro lado, tanto las investigaciones como las empresas comerciales, no direccionan sus proyectos al desarrollo de dispositivos de bajo costo. Lo que conlleva a solucionar parcialmente el problema en países en desarrollo como los latinoamericanos.

Lo antes expuesto abre una ventana para la utilización de revisiones sistemáticas de literatura (RSL), las cuales tienen como objetivo identificar, evaluar y combinar la evidencia de estudios primarios usando un método riguroso (Zhang & Babar, 2011).

Para el desarrollo de esta revisión sistemática de literatura se sigue el método propuesto por Torres-Carrión et al. (2018), con el cual se obtienen 691 artículos que se redujeron a 123 luego de aplicar criterios y protocolos de inclusión y exclusión, y finalmente 10 al aplicar criterios de calidad (Fernández et al., 2019).

## Metodología

La metodología de revisiones sistemáticas de literatura (RSL) propuesta por Torres-Carrión et al. (2018) propone dividir el proceso de búsqueda en tres subpartes:

- Planificación
- Reporte de la revisión
- Presentación de resultados.

La etapa de planificación comienza con un conocimiento detallado del campo teórico al que contribuirá, explicado conceptualmente (ver *Figura 1*), y la base para crear los sinónimos científicos utilizados en las estructuras de investigación semántica (ver *Tabla 2*). Adicionalmente, para orientar la investigación, se han propuesto dos preguntas de investigación. A partir de estos dos insumos se desarrollan todos los elementos de la fase de reporte para el examen y presentación de los resultados (Ver *Tabla 1*).

**Tabla 1***Fases de la Metodología Basada*

Planificación	Reporte de la revisión	Presentación de resultados
Mentefacto conceptual	Identificación de la búsqueda	Resultados
Estructura semántica de búsqueda	Selección de estudios primarios	Conclusiones
Preguntas de investigación	Evaluación de la calidad del estudio	
Desarrollo de protocolos de revisión	Extracción y seguimiento de datos	
Revisiones sistemáticas relacionadas	Síntesis y monitoreo de datos	
Selección de revistas y bases de datos		

*Nota.* Se toma como base lo planteado por Torres-Carrión et al. (2018)

**2.1 Mentefacto conceptual**

Para comprender un problema determinado se organiza a través del mentefacto conceptual, que permite extraer las ideas fundamentales de la investigación y centrar su atención en el contexto teórico real de la investigación. El mentefacto expuesto en la *Figura 1* detalla la estructura conceptual de las órtesis caninas; concepto que nace desde las áreas de la órtesis y órtesis para animales. Como ámbitos o subclases según destacan las órtesis impresas en 3D, órtesis extremidades posteriores y órtesis extremidades delanteras. Otros campos que son parte de las órtesis caninas y que son de interés en esta investigación son: órtesis comerciales, órtesis patentadas, órtesis adaptables, técnicas de inmovilización y diseño generativo. Por último, otros campos que no serán estudiados son: prótesis caninas, órtesis craneales, dentales y humanas.

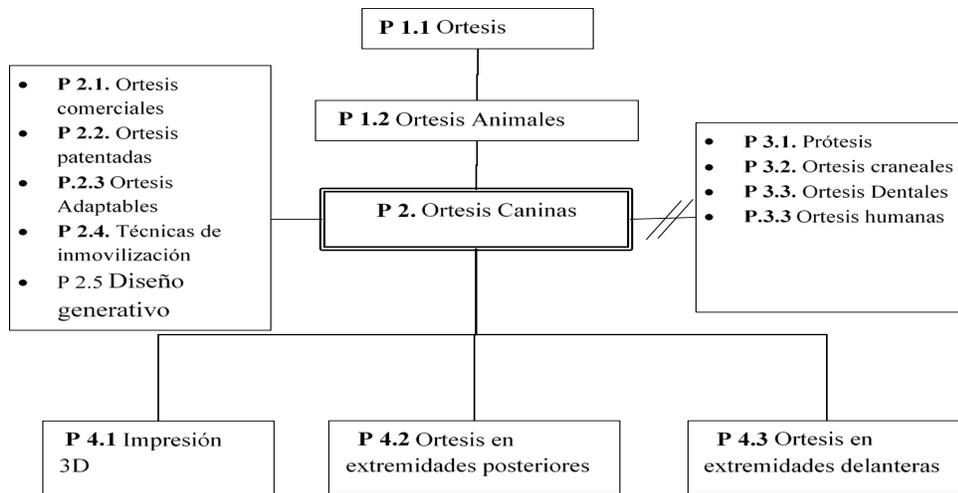
**2.2 Protocolos de revisión**

Por otro lado, para optimizar la revisión se definieron criterios generales, de exclusión y de calidad, relacionados con las preguntas planteadas, tales como:

- Ámbitos de la investigación: órtesis caninas
- Publicaciones de los seis últimos años, es decir, desde el año 2016 al 2021.
- La base de datos utilizada *Scopus*, *Google Scholar* y *Google Patents*.

**Figura 1**

*Mentefacto Conceptual de Órtesis Caninas*



Mientras que como parte de los criterios de exclusión se tuvo en cuenta que:

- No se consideran como órtesis caninas: las prótesis caninas, las órtesis craneales y dentales.
- Se contemplaron revistas con artículos científicos y tesis de grado y posgrado.
- Se consideraron únicamente publicaciones referentes a Ciencias veterinarias y de la salud, Ciencias exactas y Tecnologías de los materiales.

### 2.3 Criterios de calidad

Para la búsqueda de los estándares que describen las órtesis caninas se consideró la manufactura aditiva (impresión 3D) y el diseño generativo (optimización topológica).

## Resultados

### 3.1 Estructura semántica de búsqueda

Se desarrolla la estructura semántica (ver *Tabla 2*) basada en la sinonimia. Para la obtención del tesaurus (Thesaurus, 2019).

La búsqueda se organiza en cuatro niveles: Órtesis caninas (L1), *La impresión 3D en caninos* (L2), la unión de *la impresión 3D* con órtesis caninas (L3) y un último nivel (L4) en el cual se busca órtesis caninas impresas en 3D.

**Tabla 2**

*Estructura Semántica de Búsqueda en la Base de Datos Scopus*

Concept	Query	Documents
L1	Canine orthoses (canino* OR perro* OR canine* OR dog* ) W/10 (órtesis OR férula* OR escayola* OR orthos* OR splint* OR cast OR orthotics)	691
L2	3d printed Canine (canino* OR perro* OR canine* OR dog* ) W/15 (3d OR “three dimensional” OR “3-dimensional”) W/1 (print* OR impresion) OR “additive manufact*” OR “manufactura aditiva” OR “rapid prototyp*” OR “prototipado rapido”)	123
L3	3d printed Canine orthoses (canino* OR perro* OR canine* OR dog* ) W/15 ( 3d OR “three dimensional” OR “3-dimensional” ) W/1 ( print* OR impresion) OR “additive manufact*” OR “manufactura aditiva” OR “rapid prototyp*” OR “prototipado rapido”) AND (órtesis OR férula* OR escayola* OR orthos* OR splint* OR cast OR orthotics)	10
L4	3d printed Canine orthoses (canino* OR perro* OR canine* OR dog* ) W/15 ( 3d OR “three dimensional” OR “3-dimensional” ) W/1 ( print* OR impresion ) ) OR “additive manufact*” OR “manufactura aditiva” OR “rapid prototyp*” OR “prototipado rapido”) W/15 (órtesis OR férula* OR escayola* OR orthos* OR splint* OR cast OR orthotics)	1

En la base de datos de Google Académico existe una limitante de caracteres a utilizar en la codificación de la estructura semántica, obligando en los últimos niveles de búsqueda (L3 y L4) a individualizar las palabras clave y combinarlas hasta encontrar el mejor resultado, tal como se muestra en la *Tabla 3*.

**Tabla 3**

*Estructura Semántica de Búsqueda en la Base de Datos Google Académico*

Concept	Query	Documents
L1	Canine orthoses “órtesis caninas” OR “férulas caninas” OR “veterinary orthotics” OR “canine splint” OR “dog splint” OR “veterinary splint” OR “canine cast” OR “dog cast” -Prosthetics -dental -cranial -tooth	182
L2	3d printed Canine dog canine veterinary perro canino “3d printing” OR “3d printed” OR “3d print” OR “three dimensional” OR “3 dimensional” OR “additive manufacturing” -Prosthetics -dental -cranial -tooth	177
L3	3d printed Canine orthoses (“orthoses” OR “orthosis” OR “limb cast” OR “3d cast” OR “orthotic device” OR “órtesis” OR “Férula”) +(dog OR “perro” OR “canino” OR “veterinary” OR “veterinaria”) + (“3d printed” OR “3d print” OR “3d printing”) -cranial -dental -human -ocular -patient -implant -prótesis	30
L4	3d printed Canine orthoses (“orthoses” OR “orthosis” OR “limb cast” OR “3d cast” OR “orthotic device” OR “órtesis” OR “Férula”) +(dog OR “perro” OR “canino” OR “veterinary” OR “veterinaria”) + (“3d printed” OR “3d print” OR “3d printing”) -cranial -dental -human -ocular -patient -implant -tooth -Prosthetics	1

De igual manera, se incluyó una búsqueda en la base de datos de patentes de Google, en la cual se planteó un protocolo de revisión proponiendo búsquedas sobre las órtesis caninas en los últimos 20 años, tal como se muestra en la *Tabla 4*.

**Tabla 4**

*Estructura Semántica de Búsqueda en la Base de Datos Google Patentes*

Concepto	Código de búsqueda (Script)	Documentos
órtesis caninas	(canine orthotics) (Veterinary splint) (dog orthotics) (canine splint) (dog splint) - ((dental) OR (Cranial) OR (human) OR (orthodontic) OR (saturing) OR (Surgical) OR (patient) OR (spine) OR (molar) OR (Column) OR (vehicle) OR (Chair) OR (Concrete-forming) OR (Collar) OR (machine) OR1(Packaging System)); After: priority 2001-01-01; Before: priority 2021-06-23; Type: PATENT; Language: SPANISH, ENGLISH, GERMAN, CHINESE, FRENCH, ARABIC, JAPANESE, KOREAN, PORTUGUESE, RUSSIAN, ITALIAN, DUTCH, SWEDISH, FINNISH, NORWEGIAN, DANISH;	7

Al igual que en Fernández et al. (2019) se emplean protocolos de revisión que proporcionan resultados relevantes, acordes a los parámetros antes expuestos.

### 3.2 Preguntas de investigación

En este apartado se relacionan las preguntas con el problema general de investigación.

- **¿Qué tipo de tecnología utilizan las órtesis impresas en 3D de inmovilización de extremidades para perros?**

Es importante conocer el tipo de tecnología utilizado en el desarrollo de las órtesis impresas en 3D para animales, específicamente para perros, así como qué tipo de adaptación fisionómica y el tipo de material utilizado (*Tabla 5*).

**Tabla 5***Órtesis para Perros Impresas en 3D*

Variable	Indicador	Referencia Bibliográfica	f
Tipo de órtesis	<b>A1:</b> estándar	Zambonino (2019); Torres et al. (2017); Cortés (2013)	3
	<b>A2:</b> Personalizada	Antonana et al. (2019); Popov et al. (2019); Mesa (2020); Pascual Torres (2019)	4
Tipo de tecnología	<b>B1:</b> FDM	Zambonino (2019); Antonana et al. (2019); Popov et al. (2019); Mesa (2020); Pascual Torres (2019)	5
	<b>B2:</b> SLS - SLA	Popov et al. (2019)	1
Tipo de material	<b>C1:</b> PLA	Zambonino (2019); Antonana et al. (2019); Popov et al. (2019); Mesa (2020)	4
	<b>C2:</b> ABS	Popov et al. (2019); Pascual Torres (2019)	2
	<b>C3:</b> PETG		0
	<b>C4:</b> Flexible	Antonana et al. (2019)	1
	<b>C5:</b> Otro	Cisneros y Esparza (2019); Torres et al. (2017); Rubio (2011); Cortés (2013); Wagoner et al. (2018)	4

- **¿Cuáles son los métodos/instrumentos considerados en las órtesis de inmovilización de extremidades para perros?**

De igual manera resulta importante conocer los instrumentos utilizados para levantar la geometría del dispositivo, así como el método para obtener los requerimientos de diseño (ver *Tabla 6*).

**Tabla 6***Metodologías e Instrumentos Utilizados*

Variables	Indicadores	Referencia Bibliográfica	f
Levantamiento de datos	<b>A1:</b> Medidas zoométricas	Zambonino (2019); Cisneros y Esparza (2019); Torres et al. (2017); Popov et al. (2019); Rubio (2011); Cortés (2013); Tripaldi y Rojas (2014)	7
	<b>A2:</b> Fotogrametría		0
	<b>A3:</b> Escaneo 3D	Antonana et al. (2019); Popov et al. (2019); Pascual Torres (2019)	3
	<b>A4:</b> Capturando el contorno de las extremidades	Mesa (2020)	1
	<b>A5:</b> Otros	Rubio (2011)	1
Levantamientos de los requerimientos	<b>B1:</b> Entrevistas	Zambonino (2019)	1
	<b>B2:</b> Encuestas	Zambonino (2019); Cortés (2013)	2
	<b>B3:</b> Fichas de observación	Torres et al. (2017); Antonana et al. (2019) Popov et al. (2019); Mesa (2020); Pascual Torres (2019); Rubio (2011)	6
	<b>B4:</b> Otros	Wagoner et al. (2018)	1

- **¿Qué tipo de validación de resistencia mecánica son considerados en las órtesis de inmovilización de extremidades para perros?**

Es fundamental validar los productos ortésicos con metodologías virtuales o físicas que aseguren el correcto funcionamiento estructural de las órtesis (*Tabla 7*).

**Tabla 7**

*Validación de las Órtesis*

Variables	Indicadores	Referencia Bibliográfica	f
Estudios de validación	<b>A1:</b> Simulaciones computacionales	Mesa (2020) (Pascual Torres (2019); Torres et al. (2017)	3
	<b>A2:</b> Pruebas de campo	Zambonino (2019); Cisneros y Esparza (2019); Tripaldi y Rojas (2014); Cortés (2013); Rubio (2011)	5
	<b>A3:</b> Optimización topológica (Diseño generativo)		0

### 3.3 Reporte de revisión

Como se puede apreciar, la tecnología más presente en el desarrollo de órtesis impresas es el Modelado por Deposición Fundida (FDM); esto se debe al posicionamiento de esta tecnología dentro del mercado como más económica, dentro de la impresión 3D. Por otro lado, solo pocas utilizan una adaptación fisionómica personalizada, en las cuales se utiliza un escáner 3D para realizar digitalmente el levantamiento tridimensional del miembro afectado del animal y así procesar mediante paquetes computacionales el diseño. Asimismo, para obtener los requerimientos de diseño, la mayoría de las investigaciones proponen la ficha de observación; por otro lado, es de gran ayuda contar con la opinión de los expertos, es por ello que las entrevistas a médicos veterinarios siempre serán una buena opción. Por último, solo ocho investigaciones reportaron la validación de su producto, de los cuales más del 60% apuestan a comprobaciones reales con un sujeto de estudio.

Por otro lado, la utilización de la impresión 3D para el desarrollo de órtesis sigue siendo una tecnología relativamente lenta para la respuesta inmediata, que requiere la inmovilización de un miembro animal.

## Conclusiones

El método de revisión sistemática de la literatura permite filtrar y ordenar la información más relevante, brindando datos precisos y sobresalientes para la investigación y en este caso particular, 10 artículos contienen información y noticias relevantes.

Para realizar pruebas de validación de resistencia y usabilidad de las órtesis de inmovilización se utilizaron herramientas de simulación computacional, así como pruebas de campo, sometiendo a los dispositivos a pruebas físicas con usuarios reales (perros).

A pesar de existir herramientas tecnológicas (escáner 3D y fotogrametría) que mejorarían el proceso de diseño, estas siguen siendo poco utilizadas en las investigaciones; por el contrario, se siguen prefiriendo las medidas zoométricas como punto de partida en el diseño del dispositivo.

Al no encontrarse muchos estudios específicos sobre órtesis caninas impresas en 3D, toman importancia futuros estudios relacionados a este campo. Por último, es de gran importancia direccionar estudios que involucren la optimización topológica (diseño generativo) con el desarrollo de órtesis impresas, ya que no se encontró ninguna investigación en este campo específico.



## Referencias

- Antonana, J., García-Zapirain, B., & Megía-Macías, A. (2019). Developing a smart 3D printed canine orthosis. En *IEEE 19th International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ISSPIT47144.2019.9001854>
- Cisneros, D., y Esparza, R. (2019). *Diseño e implementación de una ortesis veterinaria de un grado de libertad utilizada en la fase II de la rehabilitación de rodilla en caninis de la fundación PAE* [Tesis de grado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/20571>
- Cortés, M. (2013). *Inmovilizador para extremidades anterior en canino, con incapacidad temporal causada por fracturas simples, a bajo costo* [Tesis de grado, Universidad Católica de Pereira]. <http://hdl.handle.net/10785/1976>
- Fernández, J., Maza, L., Torres-Carrión, P., Barba, L., y Rodríguez, G. (2019). Experiencia afectiva usuario en ambientes con inteligencia artificial, sensores biométricos y/o recursos digitales accesibles: una revisión sistemática de literatura. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información (RISTI)*, 35(12), 35-53. <http://www.risti.xyz/issues/risti35.pdf>
- Herrera-Pérez, M., Joya-Cadena, J., y Villegas, D. (2020). Síntesis y modelado de un mecanismo para corrección de displasia de cadera en perros de raza mediana y grande. *Revista UIS Ingenierías*, 19(4), 279-286. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n4-2020023>
- Mesa, A. (2020). *Disseny i fabricació de fèrules per a gats amb impressió 3D* [Tesis de grado. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona] <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/330240/tfg-alba-mesa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nacevilla, M. (2018). *Diseño e implementación de un sistema de control sobre una adaptación de órtesis veterinaria para la rehabilitación de rodilla en caninos de la fundación PAE* [Tesis de grado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE] <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14858>
- Pascual Torres, I. (2019). *Diseño de órtesis para la rehabilitación de las extremidades delanteras en canes* [Tesis de grado, Universitat Politècnica de València] <http://hdl.handle.net/10251/127971>
- Popov, V., MullerKamskii, G., KatzDemyanetz, A., Kovalevsky, A., Usov, S., Trofmcow, D., Dzhenzhera, G. & Koptuyug, A. (2019). Additive manufacturing to veterinary practice: recovery of bony defects after the osteosarcoma resection in canines. *Biomedical Engineering Letters*, 9, 97-108. <https://doi.org/10.1007/s13534-018-00092-7>
- Rocha, J. (2019). *Dog Soul: Discapacidad física canina* [Tesis de grado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano] <http://hdl.handle.net/20.500.12010/9834>

- Rubio, A. (2011). *Diseño de órtesis económica para perros con displasia de cadera, con tecnología disponible en el contexto guatemalteco* [Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar] <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2011/03/04/Rubio-Ana.pdf>
- Segnini, J., Vergara, M. y Provenzano, S. (2017). Prospectiva para el diseño y fabricación de una ortesis impresa en 3D. En Vergara, M., Díaz-Rodríguez, M., Rivas, F. y Restrepo, M. *Diseño de dispositivos para rehabilitación y órtesis*. SaberULA. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/44668>
- Thesaurus. (2019). *Synonyms and Antonyms of Words at Thesaurus*. <https://www.thesaurus.com/>
- Torres, B., Fu, Y., Sandberg, G., & Budsberg, S. (2017). Pelvic limb kinematics in the dog with and without a stifle orthosis. *The American College of Veterinary Surgeons*, 46(5), 642–652. <https://doi.org/10.1111/vsu.12634>
- Torres-Carrión, P., González-González, C., Aciar, S., & Rodríguez-Morales, G. (2018). Methodology for systematic literature review applied to engineering and education. *In IEEE Global Engineering Education Conference*, 1364-1373. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363388>
- Tripaldi, A. y Rojas, J. (2014). *Diseño de ortopedia de rehabilitación y adaptación para caninos* [Tesis de grado, Universidad del Azuay] <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/4759>
- Wagoner, A., Allen, M., Zindl, C., Litsky, A., Orsher, R., & Ben-Amotz, R. (2018). Evaluating Stiffness of Fiberglass and Thermoplastic Splint Materials and Inter-fragmentary Motion in a Canine Tibial Fracture Model. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. 31(3), 176-181. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1637744>
- Zambonino, J. (2019). *Diseño de férulas para tratamientos traumatológicos en canes que necesiten inmovilización mediante un estudio zoométrico* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador] <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/16398>
- Zhang, H., & Babar, M. (2011). An empirical Investigation of Systematic Reviews in Software Engineering. *International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM)*, 88-96. <https://doi.org/10.1109/ESEM.2011.17>

Copyright (2022) © José Miguel Segnini Maizo, María Francisca Fernández Badillo, Juan Sebastián Velasco Correa y Mary Josefina Vergara Paredes



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)