



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Evaluación del bienestar generado por la aplicación de una prótesis en 3D, a unos pacientes caninos "*Canis lupus familiaris*" con una extremidad amputada en la ciudad de Latacunga.”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médico Veterinario y Zootecnista

Autor:
Gutiérrez Campaña Steven Fabián

Tutor:
Armas Cajas Jorge Washington, Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Steven Fabián Gutiérrez Campaña, con cédula de ciudadanía No. 1726797150, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Evaluación del bienestar generado por la aplicación de una prótesis en 3D, a unos pacientes caninos "*Canis lupus familiaris*" con una extremidad amputada en la ciudad de Latacunga.”, siendo el Doctor Mg. Jorge Washington Armas Cajas , Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 30 de agosto del 2022

Steven Fabián Gutiérrez Campaña
Estudiante
CC: 1726797150

Dr. Mg. Jorge Washington Armas Cajas
Docente Tutor
CC: 0501556450

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **STEVEN FABIÁN GUTIÉRREZ CAMPAÑA**, identificado con cédula de ciudadanía **1726797150** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinarias, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del bienestar generado por la aplicación de una prótesis en 3D, a un paciente canino "*Canis lupus familiaris*" con una extremidad amputada en la ciudad de Latacunga.”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: octubre 2017 - agosto 2017

Finalización de la carrera: abril 2022 – agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutor: Doctor Mg. Jorge Washington Armas Cajas

Tema: “Evaluación del bienestar generado por la aplicación de una prótesis en 3D, a unos pacientes caninos "*Canis lupus familiaris*" con una extremidad amputada en la ciudad de Latacunga.”

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicite.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 30 días del mes de agosto del 2022.

Steven Fabián Gutiérrez Campaña

EI CEDENTE

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“Evaluación del bienestar generado por la aplicación de una prótesis en 3D, a unos pacientes caninos "*Canis lupus familiaris*" con una extremidad amputada en la ciudad de Latacunga”, de Steven Fabián Gutiérrez Campaña, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 30 de agosto del 2022

Dr. Mg. Jorge Washington Armas Cajas

DOCENTE TUTOR

CC: 0501556450

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Steven Fabián Gutiérrez Campaña, con el título del Proyecto de Investigación: “Evaluación del bienestar generado por la aplicación de una prótesis en 3D, a unos pacientes caninos "*Canis lupus familiaris*" con una extremidad amputada en la ciudad de Latacunga.”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 30 de agosto del 2022

Lector 1 (presidente)
Dra. Nancy Cueva, Mg.
CC: 0501616353

Lector 2
Dra. Mercedes Toro, Mg.
CC: 0501720999

Lector 3
Dra. Elisa Janeth Molina Molina
CC: 0502409634

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios, porque más que pedirte, tengo que agradecerte, por darme unos padres y hermanos maravillosos, a mi padre, Fabián Gutiérrez y mi madre, Beatriz Campaña, a ellos, a quienes estoy infinitamente agradecido por darme la vida, por todo su apoyo incondicional, y siempre creer en mí, en mis capacidades, anhelos y proyectos, por todo su apoyo a lo largo de mi formación académica, por ser ese pilar e inspiración fundamental en mi vida, para que pueda ser quien soy ahora, gracias por todo, no me alcanzan las palabras para poder expresarles mi eterno agradecimiento, también agradezco a mi Tío, Geovanny Gutiérrez, quien fue mi numen y mentor, en esta gran carrera, gracias por impartirme su conocimiento y sapiencia, además de estar ahí, cuando yo necesitaba de su ayuda y nunca cerrarme las puertas. Agradezco a Sharon Ochoa, quien es mi persona especial, me vio crecer y formarme, durante este tiempo, me dio apoyo y ánimo, además aprendí de ella que, a pesar que existan situaciones difíciles, si hay ganas y dedicación, todo se puede lograr en esta vida, te doy las gracias por siempre estar ahí cuando más la necesitaba, te agradezco por ser una persona excepcional, y a ver llegado a mi vida, gracias por todo lo que hemos vivido, y por lo que has hecho por mí, para que sea una mejor persona. También quiero agradecer a mi perrito Ottis, quien fue como un ángel para mí, aunque yo lo haya rescatado, ya que fue mi fiel acompañante al inicio de mi carrera, en cada aula de clases, asimismo quiero agradecer a mi otro perrito Nahuel por prestarse para mi ayuda académica y que pueda crecer más como profesional, y por último pero no menos importante, agradezco a Carmen Valencia, porque a lo largo de la carrera me demostró que es una verdadera amiga, y que siempre poder contar con ella y ella conmigo, gracias por ser más que una amiga, una hermana, estoy sinceramente agradecido con todos.

Steven Gutiérrez

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis, a mis padres ya que este logro, más que mío, es de ellos, con esto les demuestro que todo su trabajo, esfuerzo y sacrificio valió la pena, Papá, Mamá, lo LOGRAMOS, se lo merecen, por ser unos excelentes padres, y siempre estar pendiente de nosotros, asimismo le dedico a mi tío, ya que sin su inspiración, tal vez no hubiese seguido esta magnífica profesión, también se la dedico a mis hermosas amigas, Sharon, Carmen y Mónica, ya que supieron estar conmigo en cada etapa de mi vida y carrera, supimos apoyarnos mutuamente como una pequeña familia, además quiero recordarles que son unas personas excepcionales y las quiero como a mis hermanas.

Steven Gutiérrez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL BIENESTAR GENERADO POR LA APLICACIÓN DE UNA PRÓTESIS EN 3D, A UNOS PACIENTES CANINOS "*CANIS LUPUS FAMILIARIS*" CON UNA EXTREMIDAD AMPUTADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA.”.

AUTOR: Steven Fabián Gutiérrez Campaña

RESUMEN

En el presente informe de investigación se realizó una prótesis en 3D adaptada a las medidas de dos pacientes caninos, con diferentes extremidades amputadas, las cuales se imprimieron usando tecnología 3D, la finalidad de esta investigación, fue realizar una prótesis de bajo costo, que cumpla con la misma funcionalidad que las prótesis convencionales del mercado, con el fin de solventar una de las problemáticas más marcada, que es el abandono o eutanasia, decisión que toman los dueños al tener un perro que se encuentra en estas condiciones físicas, por el simple hecho que hay prótesis muy costosas y difíciles de adquirir. Lo primero que se realizó, fue tomar las medidas de cada paciente, tomando de referencia su otra extremidad, con el uso de la cinta métrica, una vez obtenida las medidas, se dibujó los prototipos, de cómo sería las posibles prótesis que pudieran usar nuestros pacientes, ya con estas especificaciones, con el uso del programa “*Blender*”, se digitalizo cada prototipo de prótesis, acorde a las medidas establecidas, una vez acabado este proceso, se procedió a imprimir, haciendo uso de una maquina impresora en 3D, cada prótesis tuvo una duración de 7 a 14 horas de impresión, una vez impresas se procedió a colocar la prótesis a cada paciente, y evaluar su adaptabilidad y estrés, para esto se usó al cortisol como biomarcador del estrés y de esta manera por medio de una muestra sanguínea de cada paciente, obtener los resultados finales. La importancia de este proyecto fue evaluar a cada paciente, si la prótesis le fue de utilidad, o simplemente la causo molestia, incomodidad, dolor y estrés, con la finalidad de a un futuro poder beneficiar a más perros que se encuentren en las mismas condiciones físicas y poder ayudarlos. Los impactos que genera esta investigación, son muy notorios, en el ámbito ambiental, ya que sus residuos son biodegradables y reutilizables, en el ámbito económico ya que es una portéis de bajo presupuesto al alcance de cualquier persona, ámbito social, al crear un proyecto social de ayuda a los animales discapacitados físicamente, en el ámbito técnico, al crear una prótesis fuerte y funcional.

Palabras clave: Prótesis, Animales, Tecnología de manufactura aditiva, Impresión 3D, Bienestar animal, Perros, PLA, amputación, estrés, valoración.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES FACULTY

THEME: "EVALUATION OF WELL-BEING GENERATED BY A 3D PROSTHESIS APPLICATION TO CANINE PATIENTS "*CANIS LUPUS FAMILIARIS*" WITH AN AMPUTATED LIMB AT LATACUNGA CITY."

AUTTHOR: Steven Fabián Gutierrez Campaña

ABSTRACT

At this research report, it was made a 3D prosthesis adapted to measurements of two canine patients, with different amputated limbs, which were printed using 3D technology. The purpose of this research was to make a low cost prosthesis that comply with same functionality as conventional prostheses of the market, in order to solve one of the most remarkable problems, which is the abandonment or euthanasia; this is usually a decision that owners take when they have a dog that finds itself in these physical conditions, for simple fact of expensive and hard-to acquire prostheses. The first thing done was taking measurements of each patient, as a reference its other limb, with the use of the tape measure; once measurements were obtained, the prototypes were drawn, to underline possible prostheses that could use patients, and with these specifications, with the use of the "Blender" program, each prototype was digitalized. According to established measures. Once this process was finished it was proceeded to print, using a 3D printing machine; each prosthesis had a duration of 7 to 14 printing hours. Once printed is proceeded to place the prosthesis to each patient, and evaluate their adaptability and stress; for this purpose, we used cortisol as a stress biomarker and thus through a blood sample of each patient, obtain the final results. The importance of this project was to evaluate each patient, if the prosthesis was useful, or simply caused discomfort, pain and stress, in order to be able to benefit more dogs in the same physical conditions in the future and to help them. The impacts generated by this research are very noticeable, on environmental field, since its residues are biodegradable and reusable; on economic field since it is a low-budget prosthesis affordable by any person; in the social field, by creating a social project to help physically disabled animals; and finally in the technical field, by creating a strong and functional prosthesis.

Keywords: Prosthetic, Animals, Additive manufacturing technology, 3D printing, Animal welfare, Dogs, PLA, Amputation, Stress, Valuation.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
Título del Proyecto:	1
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. BENEFICIARIOS	2
3.1 Directos:	2
3.2 Indirectos:	2
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
5. OBJETIVOS	3
5.1 Objetivo general:	3
5.2 Objetivos específicos	3
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	5
7.1 El Bienestar Animal.	5
7.2 Historia de las prótesis	5
7.3 Antecedentes de las prótesis que han sido empleadas en animales	6
7.4 Tecnología 3D y el uso en animales	7
7.5 Métodos de impresión en 3D	8

7.5.1 Estereolitografía.	9
7.5.2 Sinterización selectiva por láser	9
7.5.3 Laminado de objetos de fabricación	10
7.5.4 Impresión 3D en tinta	10
7.6 Filamentos usados en la impresión 3D	10
7.6.1 Filamento PLA	10
7.6.2 Filamento ABS	10
7.6.3 Filamento PETG	11
7.6.4 Filamento flexible	11
7.7 La amputación en perros	11
7.7.1 Causas de amputaciones de extremidades	11
7.8 La cirugía de amputación	12
7.9 Requisitos para usar una prótesis	13
7.10 El cortisol como biomarcador del estrés	13
7.11 Síntesis del cortisol	14
7.11.1 Formación del cortisol	14
7.12 Test para medir el cortisol	14
7.13 Toma de muestra de sangre	15
7.14 Test de Liakhoff	16
8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS	16
9. METODOLOGÍA	18
9.1 La metodología de la investigación	19
9.2 Tipo de investigación	19
9.3 Toma de medidas y planificación manual de la prótesis	20
9.4 Paciente número 1 “Coco”	20
9.4.1 Desarrollo digital e impresión de la prótesis de “Coco”	21
9.5 Paciente número 2 “Pablito”	21

9.5.1 Desarrollo digital e impresión de la prótesis de “Pablito”	22
9.6 Toma de muestra sanguínea para análisis de cortisol de los dos pacientes	23
9.7 Análisis de la muestra sanguínea	23
9.8 Variables a evaluar	23
9.9 Medición de las variables establecidas	24
9.10 Evaluación de Test de Liakhoff	25
10. RESULTADOS	27
10.1 Desarrollo y modelado de la prótesis en digital	27
10.2 Evaluación del uso de la prótesis en los pacientes	29
10.3 Parámetros finales del cortisol	30
11. Resultados del Test de Liakhoff	32
11.1 Conclusión del test de Liakhoff	32
12. IMPACTO	33
12.1 Impacto económico	33
12.2 Impacto ambiental	33
12.3 Impacto Técnico	33
12.4 Impacto social	33
16. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO	34
17. DISCUSIÓN	34
18. CONCLUSIÓN	35
19. RECOMENDACIONES	35
20. BIBLIOGRAFÍAS	36
21. ANEXOS	40
Anexo 1. Aval de traducción	42
Anexo 2. Datos personales del tutor	41
Anexo 3. Datos personales del estudiante	40
Anexo 4. Evidencia de la investigación	43

ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 2 PACIENTE "COCO"	27
ILUSTRACIÓN 3. PACIENTE "PABLITO"	28
ILUSTRACIÓN 4. DISEÑO DE PRÓTESIS DIGITAL Y A MANO	29
ILUSTRACIÓN 5. PROTOTIPO, PRÓTESIS "COCO"	29
ILUSTRACIÓN 6. PRÓTESIS "PABLITO"	30
ILUSTRACIÓN 7. PROTOTIPOS DIGITALES DE LAS PRÓTESIS;	Error! Marcador no definido. 32
TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE PRÓTESIS DEL PACIENTE N°228;	Error! Marcador no definido.
TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DE PRÓTESIS DEL PACIENTE N°1	28
TABLA 3. RESULTADOS DEL CORTISOL	31

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Evaluación del bienestar generado por la aplicación de una prótesis en 3D, a unos pacientes caninos "*Canis lupus familiaris*" con una extremidad amputada en la ciudad de Latacunga.”.
Fecha de inicio: 04/04/2022

Fecha de finalización: 29/07/2022

Lugar de ejecución: Latacunga - Cotopaxi

Unidad Académica que auspicia: Universidad Técnica de Cotopaxi

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación vinculado:

Adaptación de prótesis impresa en 3D en caninos, con extremidades amputadas

Equipo de Trabajo:

- Tutor: Jorge Armas
- Estudiantes: Steven Gutiérrez

Área de Conocimiento:

Veterinaria

Línea de investigación:

Salud animal

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Etología y bienestar animal

2. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se realizó con el propósito de crear una prótesis funcional, elaborado a base de tecnología en 3D, de bajo costo, para ayudar a perros que hayan perdido alguna de sus extremidades, con el fin de brindarles una segunda oportunidad y mejor estilo de vida, evitando de esta manera que sus dueños, prefieran abandonarlo o eutanasiarlos, debido a su condición física, poniendo de obstáculo el factor económico, ya que el mercado de prótesis para animales a nivel mundial es muy costoso. El impacto directo de este proyecto se enfoca en el bienestar animal, por medio de una prótesis, la cual su fabricación, no crea contaminantes al ambiente ya que esta echa de materiales reciclables y biodegradables, adicional a esto su fabricación es muy económico, y de fácil adquisición por parte de los dueños de estos canes, creando así una ayuda social, para que muchos perros puedan ser partícipes de esta iniciativa.

3. BENEFICIARIOS

3.1 Directos:

- Pablito y Coco, pacientes caninos que tienen extremidades amputadas.

3.2 Indirectos:

- Caninos que puedan optar a este beneficio a futuro

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En Ecuador, cada día se registran atropellamientos de perros en las calles de todas las provincias del país, tan solo en la ciudad de Latacunga “EPAGAL”, (La Empresa Pública de Aseo y Gestión Ambiental del cantón Latacunga), no han podido llevar un registro completo de todos los animales que se han recogido en las vías, así mismo en el país, se ha realizado denuncias con respecto al maltrato animal, pero de igual manera, al ser un tema el cual las autoridades pasan por alto, las estadísticas de animales maltratados no es claro y no existen cifras oficiales, debido a estas dos grandes problemáticas, hay animales que desgraciadamente pierden sus extremidades, los más afectados por estas situaciones son los perros "*Canis lupus familiaris*" muchos de ellos al ser atropellados o maltratados, pierden una o varias de sus extremidades,

pero existen dueños consientes de la situación física de sus mascotas y muchos de ellos deciden ayudarles con una adaptación de prótesis, el problema es que en el país, el mercado de prótesis para animales no está bien desarrollado todavía, debido a la falta de maquinaria y mano de obra conocedora del tema, por lo que hay la alternativa de importar las prótesis de otros países, pero a costos muy elevados, por lo que la mayoría de dueños de estos animales, no cuentan con la economía necesaria, para cubrir esta necesidad, en base a esto, se ha inspirado esta investigación, en poder desarrollar prótesis de bajo costo de adquisición y producción, para poder ayudar a estos perritos que desgraciadamente han perdido alguna de sus extremidades.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general:

Evaluar el bienestar que le genera el uso de una prótesis específica en 3D, mediante los niveles de estrés en base al cortisol, con la finalidad de mejorar su estilo de vida.

5.2 Objetivos específicos

- Diseñar una prótesis en 3D, específica para pacientes con amputación total y parcial de miembro locomotor.
- Medir el nivel de adaptabilidad, funcionalidad, a los pacientes que les proporcionó la prótesis, mediante el test de Liakhoff
- Evaluar el nivel del cortisol, de cada paciente después del uso de la prótesis.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

Objetivo 1	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Diseñar una prótesis en 3D, específica para pacientes con amputación total y parcial de miembro locomotor.	Mediante el uso de un programa de modelado digital, diseñar el prototipo inicial de cada prótesis.	La creación de una prótesis personalizada	Usando el programa “Blender” diseñar en 3D, las prótesis, luego imprimir en material de plástico tipo PLA y PETG, y posterior a esto adaptar a cada paciente su prótesis
Objetivo 2	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Medir el nivel de adaptabilidad, funcionalidad, a los pacientes que se les proporcionó la prótesis, mediante el test de Liakhoff	Mediante el Test de Liakhoff, evaluar observacionalmente a cada paciente	Identificar que paciente no está apto para el uso de una prótesis	Mediante los resultados observacionales de cada paciente, determinar que paciente tiene un comportamiento no aceptable para optar por una prótesis en 3D
Objetivo 3	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Evaluar el nivel del cortisol, de cada paciente después del uso de la prótesis.	Recolectar una muestra sanguínea de cada paciente para su posterior análisis	Evidenciar que paciente tiene más elevado la hormona del cortisol y determinar su nivel de estrés	Hacer una colecta, sanguínea, posterior a esto, llevar al laboratorio de la clínica Veterinaria Mundo Animal, para realizar su análisis, usando la maquina horman Vcheck, y obtener los resultados finales

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 El Bienestar Animal.

El concepto de bienestar animal incluye dos elementos: el funcionamiento normal del organismo, lo que significa, que el animal esté sano y bien alimentado, y el estado emocional en el cual se encuentra el animal, especialmente la ausencia de emociones negativas como las crónicas ya sea el dolor y miedo, y la capacidad de mostrar parte del comportamiento natural de la especie. (1)

En breves rasgos el bienestar animal se refiere a la condición física de los animales, las emociones se ven afectadas por el entorno en el que se encuentran que los animales viven, trabajan, conviven y tienen actitudes prácticas con su entorno. Los animales al encontrarse en un estado de buen ánimo es una forma constante el cual puede ser sometido a cambios constantes por situaciones de su entorno el animal puede también ser sometido a estados de estrés constante por factores ambientales, cambios de comida, poco espacio de recreación o ambiente reducido, también por ser sometidos a tratos de agresión entre otros factores, en el que los animales pueden tener alteraciones. (1)

Es importante tener en cuenta que no todos los comportamientos son igualmente importantes para el bienestar de un animal. Desde un punto de vista práctico, la señal más obvia de que un comportamiento es importante en sí mismo, un animal exhibe una respuesta de estrés o exhibe comportamientos inusuales cuando no puede demostrar el comportamiento en cuestión. (2)

7.2 Historia de las prótesis

El origen de estas herramientas ortopédicas de ayuda y soporte por ausencia de alguna extremidad o parte del cuerpo se remonta a la época egipcia en la cual se ha encontrado registros de momias en sarcófagos los cuales al ser analizados se ha encontrado dedos, piernas y brazos de madera, este tipo de mutilaciones de la época se presumía que eran a causa de las guerras y esclavitudes pasadas. (3) En la edad media se usaban prótesis talladas en madera recubiertas con cuero o de hierro los cuales eran de cierta manera muy poco funcionales y causaban molestia al momento de usarlas adicional a esto estas prótesis eran muy poco estéticas y pesaban demasiado para el uso cotidiano. En si las prótesis en aquella época eran más usadas en el ámbito estético más no por funcionalidad. (3)

En sí la recopilación histórica acerca del origen de las primeras prótesis empleadas en animales es muy escaso lo cual nos da entender qué es un campo muy amplio de estudio e investigación, artículos científicos comentan que a finales del siglo XIX, la ortopedia para animales se encontraba subdesarrollada pero en el libro "*Diseases of the Dog*" el cual estaba más centrado en el esqueleto anatómico del perro y relacionado con fracturas leves se encuentra el primer rastro de las prótesis pioneras desarrolladas para animales estas prótesis fueron tomadas con iniciativa del coronel estadounidense Harry A. Gorman el cual desarrolló una de las primeras prótesis de cadera para ayudar a un perro que posteriormente lo acogió en su hogar. (4) Así de esta manera se puede concluir que la información basada en ortopedia animal específicamente canina es muy limitada lo cual nos hace pensar qué es un campo que antes había sido totalmente olvidado y en la actualidad se está implementando investigaciones constantes para poder mitigar el sufrimiento que genera una pérdida de alguna extremidad siendo el caso de nuestro perro para así de esta manera brindarles una mejor calidad de vida trabajar más en el bienestar de los animales. (4)

La prótesis en sí es una extremidad realizada con algún material rígido y resistente y hace a plástico madera hierro o aluminio, en la actualidad la tecnología ha ido creciendo inmensamente y se ha ido aplicando diferentes técnicas de creación y modificación de prótesis cada vez más prácticas, funcionales y mejor adaptables. (4)

7.3 Antecedentes de las prótesis que han sido empleadas en animales

Para abordar de una manera más central el tema de las prótesis y el origen del uso y adaptación en los animales, debemos conocer un poco de la historia acerca de la medicina veterinaria, a lo largo del tiempo se ha documentado que el primer veterinario cuyo nombre se conoce que fue "*Urlugaledinna*" el cual vivió en la ciudad de Lagash en la actual Irak aproximadamente en el año 2120 antes de Cristo en la cual antiguamente era la antigua Mesopotamia (6)

Asimismo a finales del primer siglo Lucio Junio Columela, usó por primera vez el término veterinario en su libro "*Los doce libros de agricultura*"(6) con el contexto de definir a un pastor que cura enfermedades de animales; así mismo recorriendo la historia, en 1761 se creó la real escuela de veterinaria de Lyon, esta es la primera institución educativa dedicada a esta hermosa profesión.

Con respecto al uso de prótesis que han sido empleadas en animales se ha recopilado información valiosa y breve para poner en contexto acerca de en qué especies nomás se ha podido utilizar este tipo de tecnologías empezando por: Prótesis en reptiles, (cola de cocodrilo),

prótesis en aves, (picos rotos en aves rapaces), prótesis en aletas de peces, (reemplazo de cola de delfín), extremidades de mamíferos grandes, (patas de elefante y de vacas) y así en general en estas especies se han realizado diferentes prototipos hechos en diferentes materiales para su uso y poder mejorar su estilo de vida.(6)

Con respecto a los caninos el objetivo principal de esta investigación está centrada en la elaboración digital, impresión con uso de tecnología en 3D, adaptación y valoración de una prótesis directamente en esta especie, dentro del grupo de prótesis dedicadas exclusivamente para cuadrúpedos destaca el de perros dado que son animales domésticos más comunes en los hogares a nivel mundial el mercado comercial de prótesis caninas a nivel global ha ido creciendo mucho y continúa en un constante desarrollo y cambio con respecto al diseño físico uso de materiales y sobre todo el precio de este mismo.(7)

En los cánidos una de las prótesis que lleva más años en el mercado ácido para reemplazar cadera huesos como el fémur o partes específicas como la cabeza femoral las cuales han sido reemplazados por prótesis, éstas tipo de prótesis son más comunes debido a los accidentes recurrentes en los perros cómo son atropellamientos, traumatismos localizados en la zona caudal, fracturas irreparables, luxaciones de caderas graves. Además, se suma a la lista de prótesis más comunes cómo son las prótesis de extremidades tanto posteriores cómo superiores, las cuales se están tomando énfasis debido a los constantes pacientes que asisten al consultorio debido accidentes que han causado la mutilación de los mismos. (7)

7.4 Tecnología 3D y el uso en animales

En 1984 el industrial Charles Hall inventó un método llamado estereolitografía, este era un método el cual consistía en crear prototipos estilo maquetas del producto que se vaya a fabricar antes de ser sometido a una producción en cadena, el cual en el mismo año creó el sistema 3D. Más tarde entre 1989 y 90 el técnico Scott Chrome, creó un método llamado ``*deposition modeling*`` el cual consistía en agregar una delgada capa de algún material o fundido derretido, encima de un molde que posteriormente al ser solidificado crearía un objeto sólido y con la figura deseada, este método en sí es el más usado hasta la actualidad y el cuál ha sido plantilla principal para trabajar en el diseño de impresoras en 3D y poderlas ingresar al mercado. (5)

En la actualidad existen millares de diseños digitales listos para ser impresos y adaptados para perros, gatos y otros animales en general para solventar la ausencia de alguna extremidad o deficiencia, o sea que no les permita mantenerse en pie, como, por ejemplo, animales que tengan paraplejia, que se puede diseñar e imprimir una silla ortopédica entro muchas cosas más. En la

actualidad la tecnología 3D ha ido evolucionando abismalmente llegando al punto tal en qué no solo se lo puede digitalizar, sino que también imprimir y materializar lo diseñado posteriormente en un programa digital, lo cual ha permitido que el ser humano con su creatividad ilimitada, pueda crear diferentes objetos ya sea figuras random o en otro caso productos de ayuda y servicio en general cómo, piezas para repuestos de autos, reemplazo de alguna pieza mecánica y actualmente que se está implementando el uso para impresión de prótesis en animales. (7)

El uso correcto de estas herramientas nos abrirán un mundo de grandes posibilidades, específicamente en Ecuador, el cual tiene un mercado muy limitado con respecto a este tipo de situaciones, cómo son las prótesis en perros, la mayor problemática, es que existe una sobrepoblación de perros y muchos de ellos si no por decir la gran mayoría, se encuentran en condición de calle y son muy vulnerables accidentes de tránsito, agresiones por parte de personas, y otras tantas desgracias en los cuales se exponen, este tipo de accidentes les ha producido lesiones graves en su cuerpo, pérdida de sus extremidades hasta incluso la muerte, así como existen caninos, que cuentan con un hogar, pero desgraciadamente por infortunios del destino, sufren accidentes de tránsito como, atropellamientos o maltratos dentro de su mismo hogar, a causa de esto pierden alguna de sus extremidades; muchos dueños no se encuentran en la posibilidad económica de poder costear una prótesis, que pueda ayudar a reemplazar la ausencia de la extremidad faltante, ya que una prótesis en el mercado ecuatoriano, es muy difícil de encontrar y recurren a la importación de prótesis, desde México o Estados Unidos, los cuales tienen precios demasiado altos y al tomar en cuenta este factor económico, algunos dueños toman la decisión de abandonarlos a su suerte o en el peor de los casos eutanasiar a su mascota. (8)

7.5 Métodos de impresión en 3D

En la actualidad la evolución tecnológica han puesto a la disposición varias herramientas de apoyo para poder adaptarse a las tecnologías 3D, esta tecnología tiene diferentes aristas y métodos para crear una figura tridimensional, como la forma clásica de proyectar figuras es fundir o ablandar algún material maleable (de preferencia plástico) para producir capaz y crear un molde al momento de colocar el material fundido sobre algún objeto, con el fin de crear una figura duplicada a la original.(9)

Cada método, tiene sus propias ventajas y puntos débiles, como por ejemplo, el tiempo que se demora en la replicación de un objeto, el tipo de material que limita mucho la calidad del objeto

a replicar y factores similares a estos, por eso se ha optado por crear e innovar, máquinas especializadas en la impresión de figuras que usan un software propio que le permite trabajar conjuntamente con programas de modelaje y diseño en 3D desde un ordenador, con el fin de imprimir una figura más exacta, con mejor acabado, detalle y funcionalidad, la gran ventaja de estas impresoras en 3D es que se pueden adaptar a diferente material y polímeros los cuales con el uso de extrusor funden el material que va a ser usado para la impresión y por medio de un eje con cabezal el cual tiene un movimiento horizontal, crean un mecanismo el cual en conjunto con el movimiento del extrusor con la fundición del material, de a poco va creando una figura rígida y concreta. Los principales parámetros que se han tomado en cuenta para la creación de este tipo de impresoras, han sido el tiempo y velocidad de impresión, que se demora en proyectar físicamente el objeto sugerido, que tipo de material pueden ser utilizados ya sea, plástico (PLA, ABS, PETG), metal. (10)

Las impresoras en 3D actuales, son capaces de construir piezas tridimensionales desde tamaños muy pequeños, hasta tamaños industriales como, por ejemplo, piezas de carro, engranajes para máquinas y entre otros, la creatividad e imaginación, para usar esta gran herramienta son ilimitados, mediante la fundición de un hilo fino que través de un cabezal de extrusión controlado por un ordenador pueden producir piezas de excelente calidad, las cuales están listas para ser usadas. (10) A continuación, vamos a detallar brevemente qué métodos se han usado para la impresión en 3D.

7.5.1 Estereolitografía.

Este método es producido mediante el trazado de un haz de luz UV, sobre una base de resina, fotosensible la cual puede polimerizar e ir creando una figura paulatinamente, con dicha luz uno de los principales puntos positivos que tiene esta tecnología de impresión en 3D es que nos puede brindar un nivel tan nítido de detalles acabado y buena calidad de los objetos impresos. (11)

7.5.2 Sinterización selectiva por láser

Este método se basa en la unión de la impresión 3D conjuntamente con el láser, el cual tiene un proceso similar a la estereolitografía, al contrario en este se tiene que sustituir la luz UV, por un láser y la base de resina se cambia por una base de polvo, uno de los mayores beneficios de SLS, es que tiene una capacidad de producir piezas en una amplia variedad de materiales, los cuales pueden ir desde el plástico común, hasta cerámicas y metales en muchos de los casos este tipo de método, se ha utilizado en procesos de mecanizados más caros.(12)

7.5.3 Laminado de objetos de fabricación

Este método se basa en cortar y pegar miles de hojas de material (plástico, resina, fibra de carbono) hasta crear la forma del sólido objeto, que se tenga proyectado y listo para su ejecución. (13)

7.5.4 Impresión 3D en tinta

Este método es muy conocido ya que tiene una ligera semejanza a la impresión tradicional en 3D, con la diferencia que estas impresoras funcionan, compactando polvo mediante un pegamento y pigmentado, esto paulatinamente va creando un objeto y de todos estos métodos de impresión, este es el único que nos permite imprimir piezas a color de inicio a fin completamente. (14)

7.6 Filamentos usados en la impresión 3D

la impresión 3D ha ido evolucionando de una forma tan acelerada la impresión 3D ya que con ella se ha hecho muy posible la creación de diferentes tipos de objetos, estas mismas de impresoras utilizan diferentes materiales de plástico para materializar las figuras para elegir el filamento 3D más adecuado para nuestros proyectos es muy necesario tener en cuenta varios aspectos como la calidad de acabado que estamos buscando el tamaño de las bobinas que admite nuestra impresora 3D los tipos de filamentos que existen en el mercado los cuales tienen una diferente temperatura de fusión, entre otros parámetros fundamentales. A continuación, nombraremos algunos de los filamentos más usados con esta tecnología. (15)

7.6.1 Filamento PLA

Este es un filamento muy común en el uso de las impresoras 3D es uno de los más usados gracias a su estabilidad Al momento de imprimir ya que no necesita tener una cama caliente Este es el obtiene a partir de materia orgánica como el maíz y el trigo Este es un punto positivo al ecosistema ya que no le hace producir gases tóxicos a comparación de otros filamentos. (15)

7.6.2 Filamento ABS

Este tipo de filamento es utilizado sobre todo en ámbitos profesionales ya que se caracteriza por su gran resistencia tanto en impactos como en altas temperaturas además que nos permite realizar trabajos sobre la pieza una vez impresa la gran desventaja de este filamento es que produce gases nocivos al momento de la impresión. (15)

7.6.3 Filamento PETG

Este tipo de filamento es un plástico muy similar al Pet utilizado en envases para alimentos y bebidas como las botellas de plástico clásicas. Este es un material sumamente resistente a la corrosión, altas temperaturas, impactos y agentes químicos, además que es muy impermeable y presenta una reducida absorción de humedad lo que lo convierte en ideal para conservar productos alimenticios. (16)

7.6.4 Filamento flexible

Este tipo de filamento combina el plástico con el caucho y se caracteriza por tener una gran posibilidad de estiramiento y resistencia a los impactos y a las rupturas por maleabilidad además de ser un filamento reciclable y su superficie presenta una gran suavidad. (16)

7.7 La amputación en perros

La población canina a nivel de Latinoamérica, específicamente en Ecuador es muy alta ya que sufren de una sobrepoblación de perros en condiciones de calle y son este grupo de animales, los más vulnerables a sufrir accidentes que les puedan causar la pérdida de alguna de sus extremidades, hasta la muerte. Las razones para que estos caninos, sufran la pérdida de sus extremidades, son diversas, como un traumatismo o una enfermedad del miembro afectado de la extremidad, necesita por lo menos una recuperación de 2 semanas, hasta que se acostumbre a la pérdida de su extremidad. (17)

Estos casos son tristes y desalentadores para los dueños que los quieren tanto, tras que su mascota haya sufrido la pérdida de su extremidad, hay algunos casos en los cuales el paciente se puede recuperar rápido y lo demuestran en su estado de ánimo y estado físico, pero son muy pocos, cómo así, también existen pacientes, que pese al tiempo que llevan con la ausencia, de su extremidad, no han logrado adaptarse por completo a este cambio radical. (17)

7.7.1 Causas de amputaciones de extremidades

Los motivos por los cuales un perro puede sufrir este infortunio, puede tener varios factores, siendo el caso principal que el animal haya pasado por un accidente de atropellamiento, en el cual sus miembros hayan sido afectados, sin posibilidad de curación tales, como huesos fragmentados o trituran los cuales involucran a los nervios, y estos, al estar prácticamente dañados, es muy probable que la extremidad quede inutilizada y por ende se proceda a tomar acciones breves como la amputación de la misma para evitar mayores complicaciones. (18)

Así como otro factor primordial para la pérdida de una extremidad en perros son las enfermedades graves, como tumores malignos que pueden necrosar tejido, dañar nervios, zonas vasculares importantes dentro del animal, lo cual deja inutilizada la extremidad, uno de las causas más comunes de amputación es el cáncer de hueso o también conocido como osteosarcoma, el cáncer de hueso en los perros es demasiado invasivo y puede extenderse al resto del cuerpo, de una forma tan rápida, por lo cual se debe tomar acciones rápidas, para evitar la metástasis de esta enfermedad, por ende se debe amputar dicha extremidad o extremidades en perros en el cual su caso sea crítico. (19)

7.8 La cirugía de amputación

Previamente antes de realizar la cirugía nosotros como veterinarios debemos realizar una evaluación de nuestro paciente, empezando exámenes de tipo sanguíneo, renal y hepática para comprobar parámetros fundamentales en nuestro paciente, dentro de estos exámenes primordiales se encuentra el hemograma qué es un conteo sanguíneo completo, análisis de orina, y el principal previo a una cirugía es tomar placas radiográficas, para evaluar si puede existir una posible solución o una definitiva amputación, también se debe considerar la salud en general de nuestro paciente la edad y el peso y así como una completa anamnesis. (20)

Previamente obtenido estos exámenes principales, el veterinario procederá a entrar en cirugía cumpliendo protocolos de bioseguridad y protocolos estériles, post quirúrgicos, así como también debe cumplir con un protocolo anestésico, analgésico y antibiótico, para evitar complicaciones durante y después, de la cirugía, una vez se haya ingresado a quirófano el veterinario, procederá a realizar la cirugía correspondiente haciendo uso de la placa radiográfica, para realizar el corte y bloqueo correcto de conductos sanguíneos, nervios y articulación con ayuda, de instrumentales específicos para dicha cirugía. Una vez acabada la cirugía nuestro paciente se dirigirá a hospitalización, con revisión continua hasta evidenciar la recuperación, total física, y checar si la práctica quirúrgica funcionó, en su éxito total, (21)

Continuo a esto el paciente será entregado a sus dueños los cuales por dos semanas, tienen la responsabilidad completa, de vigilar cuidar y suministrar de manera, correcta y estricta la medicación sugerida por su médico veterinario, hasta que la herida, esté completamente sanada y nuestro paciente pueda por fin, adaptarse a su nuevo cambio de vida. (22)

7.9 Requisitos para usar una prótesis

Después que el paciente que haya sufrido una amputación o mutilación de alguna de sus extremidades, se debe esperar un tiempo prolongado de aproximadamente 3 a 4 semanas según sea la consideración del profesional veterinario, el cual verificará (23)

si el animal cuenta con un muñón que se encuentre en condiciones para usar o no una prótesis ya que el muñón deberá estar totalmente desinflamado, contar con un tono muscular considerable y una porción de muñón razonable con la cual se pueda insertar la prótesis. (24)

Existen casos en los cuales el animal no cuenta con un muñón ya que su amputación fue total, esto complica demasiado el uso de una prótesis funcional ya que, al no contar con un muñón o porción de este, no le será útil usar una prótesis articulada, al contrario, la prótesis que vaya a usar este animal servirá más como soporte y estabilización del cuerpo. (25)

Los requisitos para que el muñón sea útil en caso de usar prótesis son los siguientes.

- Este debe tener una movilidad que se encuentre próximo a una articulación y pueda tener un tono muscular pronunciado.
- Qué el muñón sea cónico.
- Qué el punto de corte donde se haya cicatrizado no deba estar cómo área de apoyo directo.
- No debe tener dolor en el muñón.
- Contar con una longitud considerable del muñón a nivel de la amputación.

7.10 El cortisol como biomarcador del estrés

El cortisol es un glucocorticoide, denominado como un biomarcador que es de los más utilizados para valorar el estrés, ya que éste es el indicativo principal que nos indica la actividad dentro del eje hipotálamo pituitario suprarrenal, el cortisol en sí es categorizado como uno de los principales sistemas fisiológicos de respuesta estrés, que tiene el cuerpo. La forma en la cual nosotros nos damos cuenta que podemos utilizar el cortisol para medir valores de estrés es tomando en cuenta sí existe algún aumento o disminución del mismo esto ante respuestas de excitación independientemente de la circunstancia. (26)

Para poder medir el cortisol en los perros, se ha convertido en una piedra angular, en la investigación del bienestar animal, y así como en el perro, el cortisol se ha usado mucho para medir el nivel de estrés en otras especies. (26)

Se pueden realizar, diferentes tomas de muestra de los pacientes para medir el nivel de cortisol, empezando por el más común, que es la toma de muestra sanguínea, pero en esta toma de muestras, existe un inconveniente que puede alterar los valores totales, ya que al pinchar, para extraer la muestra sanguínea, el perro entra en un estado de disgusto, y por ende, tiende a generar y liberar estrés, el cual puede ser receptado, en la muestra y lanzar valores falsos de estrés, así mismo, existen otros métodos de recolección de muestras así como, de pelo, saliva y heces, este último es el más recomendado, ya que la defecación al ser una acción espontánea, no le genera ningún tipo de estrés alguno a excepción si el perro, es interrumpido, o invadido su espacio al momento de realizar su necesidad fisiológica, y así de esta manera se obtiene una muestra limpia y lista para ser examinada.(27)

7.11 Síntesis del cortisol

El cortisol es sintetizado a partir del colesterol. La síntesis tiene lugar en la zona media de la corteza suprarrenal también llamada, zona fasciculada, lo que da origen a su nombre de cortisol proviene de “cortex”. Aunque la corteza suprarrenal en la zona glomérulos y algunas hormonas sexuales en la zona reticular, también producen aldosterona, el cortisol es su secreción principal. La médula de la glándula suprarrenal se encuentra bajo la corteza secretando principalmente catecolaminas, adrenalina, como epinefrina y noradrenalina, bajo estimulación simpática.(28)

7.11.1 Formación del cortisol

El cortisol es secretado y almacenado en la zona fascicular de la corteza suprarrenal, una de las dos partes de la glándula suprarrenal. Esta liberación está controlada por el hipotálamo, una parte del cerebro, en respuesta al estrés o a un nivel bajo de glucocorticoides en la sangre. La secreción de la hormona liberadora de corticotropina, por parte del hipotálamo desencadena la secreción de la hipófisis de la hormona suprarrenal corticotropina; esta hormona es transportada por la sangre hasta la corteza suprarrenal, en la cual desencadena la secreción de glucocorticoides. (29)

7.12 Test para medir el cortisol

En el mercado actual existen diferentes dispositivos y máquinas que nos ayudan a medir los valores hormonales de cortisol, mediante una prueba de sangre, en este caso utilizaremos la máquina “Vcheck” la cual contiene un kit de prueba de diagnóstico in vitro para la medición cuantitativa de la concentración de cortisol en suero canino, el procedimiento que se realiza para obtener estos resultados son los siguientes (30)

Se debe obtener una muestra sanguínea del paciente a evaluar el cual primero se debe centrifugar, para obtener el suero del fluido sanguíneo con el cual se trabajará usando 50ul de la muestra, la cual una vez extraído está cantidad, se procederá a mezclar con el diluyente que es el reactivo esencial que necesita esta máquina. Una vez colocado la muestra en el reactivo se debe incubar a temperatura ambiente durante 10 minutos, después pasado este tiempo se debe agarrar 100ul, de la muestra incubada y colocar en la placa, la cual cuenta con un orificio de muestra para su análisis en el dispositivo de prueba, una vez colocado la muestra se llevará a la máquina se ingresará la tirilla en la ranura y se presiona *START*, para comenzar su análisis la cual tiene un tiempo de espera de 10 minutos antes de arrojar los resultados finales. y así de esta manera se obtienen los valores cuantitativos del cortisol. (31)

7.13 Toma de muestra de sangre

La recolección de sangre consiste en la extracción de una cantidad significativa de esta ya sea arterial o venosa, la cual, posteriormente será llevado a un laboratorio bajo conserva de refrigeración a una temperatura de 2° a 6° por un periodo no máximo de 42 días, antes de ser analizado ya que una vez en el laboratorio será usada para medir y determinar varios parámetros con el fin de justificar si el paciente padece alguna enfermedad o medir condiciones internas del organismo. (32)

El procedimiento para realizar una colecta de sangre de una mascota es primero colocar al paciente sobre la mesa de tratamiento en la cual el veterinario llevará a cabo la recolección, se debe tomar en cuenta que las muestras de sangre venosa se suelen extraer de la vena situada en la cara anterior de la pata delantera llamada *vena Cefálica* o también en el lado posterior de la pata trasera en la vena llamada *Safena* o en la vena principal de gran tamaño que se encuentra en ambos lados del cuello llamada *Yugular*. (32)

Antes de realizar la toma de muestra sanguínea se debe rasurar la zona y esterilizar para evitar contaminación en la muestra mucha de las veces se trabaja con dos personas una que sujete al animal para evitar el movimiento brusco y la otra la cuál es la encargada de la recolección de la muestra muchas veces se debe colocar un torniquete para crear presión en la vena y que pueda ser más visible Al momento de su extracción ya que al realizar esta acción destacarán los vasos sanguíneos. (33)

Se debe introducir en el vaso sanguíneo una cánula con el bisel hacia arriba la cual suele ir conectado al tubo vacío de recolecta que absorbe la sangre con una jeringa aquí se puede utilizar

diferentes tubos en función a lo que se vaya a analizar muchos de ellos contienen aditivos con los cuales se mezcla la sangre se homogeniza para evitar su coagulación y realizar su análisis. Una vez recogida la muestra se aplicará en la pata de nuestro paciente un apósito el cual retendrá la salida de sangre y será retirado previamente después de su cicatrización. (33)

7.14 Test de Liakhoff

Se le denominó este test, en memoria de su creador, al capitán y entrenador canino ruso Nikolai Liakhoff en 1897 el cual se enfocó específicamente en adiestrar perros para ayuda social para esto los animales, debían ser evaluados tomando diferentes parámetros cómo el deseo de agradar, miedos, adaptabilidad, etc. (34)

No existe una edad fija para poder evaluar este test en los canes ya que no es un factor que se tome en cuenta en esta evaluación tampoco importa el lugar, clima o entorno, en el cual se encuentra el paciente a ser evaluado, tampoco importa el género o la raza del mismo, es un test fácil de evaluar y con resultados notoriamente alentadores. (34)

Los rasgos de carácter que se evalúan en el test son:

- Sensibilidad mental
- Sensibilidad corporal
- Agresividad
- Dominancia
- Sumisión
- Deseos de agradar
- La adaptabilidad
- La atención
- Persistencia
- Intensidad
- Miedo

8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS

¿Qué tan efectivo resultaron las prótesis comparando entre pacientes?

Las prótesis tuvieron 2 resultados, con la primera paciente “Coco” se registró una incomodidad total al uso de la prótesis, ya que aún tenía sensibilidad y dolor en el muñón de su extremidad amputada, a comparación del segundo paciente “Pablito” que al no contar con un muñón, por ende el peso de todo su cuerpo recae directamente en la prótesis dándole una sensación de alivio y equilibrio en el cuerpo, se podría decir que la prótesis de la paciente “Coco” no fue efectiva ni cumplió con su objetivo a comparación de la prótesis del paciente “Pablito”

¿Qué tan complejo fue el diseño digital de cada prótesis?

La prótesis de la paciente “Coco” tuvo un tiempo de elaboración digital de 1h. Debido a que existía ya una prótesis digitalizada y se tuvo que ajustar las medidas acordé al paciente.

Al contrario, en el paciente “Pablito”, tuvo una duración de 4 horas en diseño digital, para su primera prótesis ya que se enfocó más en lo estético, dejando por alto lo funcional, mientras que en la segunda prótesis enfocado más en el aspecto funcional, tuvo un tiempo de duración de 3 horas y media ya que se tuvo que diseñar completamente desde cero.

¿Qué tanto se demoró el proceso de impresión de cada prótesis?

Paciente “Coco”, tiempo de impresión de 7h.

Paciente “Pablito”, tiempo de impresión de 14h.

¿Qué tan fácil fue el manejo de los pacientes para la aplicación de la prótesis?

El manejo al momento de colocar la prótesis a cada paciente fue totalmente diferente, tomando en cuenta al paciente número uno “Coco”, se necesitó la ayuda de tres personas, para colocarle la prótesis, ya que era muy inquieta, y se asustaba fácilmente, cuándo se acercaba otra persona que no fuera su dueño, se encontraba muy ansiosa y una vez que se le colocó la prótesis, se sintió muy molesta y no la pudo usar, debido a su incomodidad.

Para manejar al paciente “Pablito” al ser un perro joven muy sociable, se colocó la prótesis entre una sola persona ya que no ponía resistencia, no era nervioso ni agresivo, ni ansioso.

¿Existió dolor e incomodidad al uso de la prótesis?

Paciente “coco”: existido dolor e incomodidad

Paciente “Pablito”: no existió Dolor e incomodidad

¿El material que se usó fue resistente en base al peso de los pacientes?

Hasta el momento el material del cual están hechas las prótesis, no han registrado ningún tipo de ruptura o deformidad con el uso del paciente, cumpliendo de esta manera subjetivo de ser fuerte y duradero.

¿Hubo inconvenientes al momento de extraer la muestra sanguínea?

Paciente “Coco”: No existió dificultad para la extracción de la muestra sanguínea.

Paciente “Pablito”: No existió dificultad para la extracción de la muestra sanguínea.

9. METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló enfocándose específicamente en dos pacientes caninos, de raza mestiza, de tamaño mediano, nuestra primera paciente, fue una perra hembra de color café, de nombre “Coco” de 4 años de edad, su reseña de la amputación es la siguiente, a la edad aproximada de 2 meses en el momento que se le encontró ya había perdido su extremidad posterior derecha en la que se veía una herida abierta en la cual se alcanzaba a observar tejido óseo, tenía quemaduras por el sol en las orejas y pulgas, se le llevo a una veterinaria cercana en la cual la evaluaron, desparasitaron y mencionaron que presuntamente la pata haya sido amputada de una forma quirúrgica mal realizada, y se la intervino de nuevo para realizar de correcta manera la cirugía, luego de eso una persona la adopto durante 4 meses y trato su herida y quemaduras, después de eso por motivos personales no pudo seguir cuidando de “Coco”, entonces fue entregada y adoptada por sus propietarios actuales.

Ilustración 2 Paciente "Coco"



Fuente: Steven Gutiérrez

Nuestro segundo paciente, fue un perro mestizo de año y medio de edad, de nombre "Pablito", el cual cuenta con una amputación a nivel, latero, lateral izquierdo en la porción, torácica delantera, le faltaba toda su extremidad por causas de maltrato animal, el cual tiene una historia muy trágica la cual nos cuentan que este paciente sufrió un maltrato por parte de sus dueños, con una arma contundente (machete) que le causó daños irreparables, en su extremidad izquierda, fue trasladado a la Clínica Veterinaria de la "Universidad Técnica de Cotopaxi" en la cual entró con pronóstico reservado, y fue intervenido quirúrgicamente para amputar la parte restante de su pata perjudicada, y de esta manera, poder salvarle la vida al paciente.

Ilustración 3. Paciente "Pablito"



Fuente: Steven Gutiérrez

9.1 La metodología de la investigación

Se desarrolló por el método de diseño exploratorio experimental que parte de datos de los individuos, los mismos que serían evaluados y analizados.

9.2 Tipo de investigación

Este estudio es de diseño exploratorio experimental, que tiene como objetivo, la Evaluación del bienestar generado por la aplicación de una prótesis en 3D, a un paciente canino "*Canis lupus familiaris*" con una extremidad amputada en la ciudad de Latacunga

9.3 Toma de medidas y planificación manual de la prótesis

El primer paso que se realizó en esta investigación fue tomar la medida exacta de la extremidad amputada, de cada paciente por separado, y diseñar un prototipo en bosquejo dibujado a mano, con el fin de realizar un diseño digital de la prótesis y luego proceder a su impresión por medio de tecnología en 3D.

Ilustración 4. Diseño de prótesis digital y a mano



Fuente: Steven Gutiérrez

Las medidas de cada paciente fueron tomadas con cinta métrica y son las siguientes:

9.4 Paciente número 1 “Coco”

Esta paciente cuenta con una amputación, en la pata posterior derecha, en la zona latero caudal derecha, su amputación, contaba desde la metafisis de la tibia y fíbula, desde hace 4 años ella ha vivido con esta amputación, luego de evaluarla observacionalmente se procediendo a tomar las medidas para su posterior elaboración de prótesis, las medidas fueron así:

- La porción faltante de la pierna era de 18.5cm
- Profundidad para embonar el muñón es de 8cm de profundidad
- El perímetro del hueco para embonar es de 10cm.

Ilustración 5. Prototipo, prótesis "Coco"



Fuente: Steven Gutiérrez

9.4.1 Desarrollo digital e impresión de la prótesis de “Coco”

Las prótesis se desarrollaron, basándose en prototipos previamente diseñados y probados en animales que tuvieron situaciones físicas similares, se desarrollaron dos tipos de prótesis una para cada paciente, en el caso de la paciente “Coco”, se hizo una adaptación, a una prótesis ya existente y se tuvo que mantener ciertas especificaciones físicas del modelo original y cambiar las medidas para su adaptación.

La impresión de la prótesis de la primera paciente “Coco” tuvo una duración de 7 horas de impresión con un relleno de pieza al 20% y un acabado al 0.2, una vez terminada la prótesis se colocó a la paciente y la primera prueba fue el día 9 de junio del 2022, la cual se le adaptó la prótesis, con el fin de evaluar por 15 días su adaptabilidad, funcionalidad, actividad diaria y estética.

9.5 Paciente número 2 “Pablito”

Pablito es un paciente que presentó una amputación total de su extremidad anterior izquierda, las medidas fueron las siguientes:

Para la adaptación de la prótesis se desarrolló una pechera personalizada que contaba con las siguientes medidas: Perímetro de la pechera hecha de tela de lona para mayor resistencia de 28 cm. profundidad de la pechera de 19 cm.

- Las medidas de la pechera fueron calculadas en base a su pierna derecha, ya que contaba con una distancia de separación de la pata derecha a la pata izquierda de 8 cm.
- Pata izquierda de 28.5 cm. de largo
- Diámetro de la pechera de 15 cm x 16cm.

Ilustración 6. Prótesis “Palito”



Fuente: Steven Gutiérrez

Una vez impresas la prótesis se procedió a la adaptación de cada una a su respectivo paciente, y se evaluó parámetros como, adaptabilidad y funcionalidad, y si la prótesis le genera algún tipo de molestia o estrés.

9.5.1 Desarrollo digital e impresión de la prótesis de “Pablito”

Debido a que el paciente fue remitido, ya con un tiempo limitado para su estudio, evaluación, por medio de los lectores presentes en esta tesis, se ordenó, que se le realizará una prótesis la cual tuvo su primera adaptación el día 26 de Julio del 2022 el cual tuvo menos días de prueba, pero con el mismo objetivo a evaluar, todo esto se testificó mediante la recolección de pruebas a través de videos y fotografías de su actividad diaria de cómo corren, salta, come, juega etc.

Para el desarrollo de la prótesis del paciente “Pablito” se necesitó la ayuda de dos ingenieros mecatrónicos, el Ing. Jhon Cazerres e Ing. Daniel Enríquez, también se contó con la ayuda de un ingeniero en sistemas, Ing. Andrés García, y con la creatividad e ilustración manual de Steven Gutiérrez, se logró el diseño, la impresión de la prótesis, tuvo una duración de tiempo de impresión de 14 horas con un relleno del 60% y un acabado al 0.2.

9.6 Toma de muestra sanguínea para análisis de cortisol de los dos pacientes

En la toma de muestra sanguínea se necesitó el uso de tubos de ensayo de tapa roja, jeringas de 5 ml y una hielera para la conserva de las muestras las cuales deben estar en una temperatura de 2 °C a máximo 8 °C, fueron tomadas del brazo derecho de cada paciente en la vena cefálica, con la ayuda de otra persona se sujetó al paciente, en el brazo derecho del mismo, se colocó un torniquete para hacer visible la vena y con el uso de la jeringuilla se sitúa la aguja en posición vertical, con el bisel hacia arriba, se soltó el torniquete y se procedió a pinchar para extraer la muestra, la cantidad de sangre fue de 5 ml, el paciente debía encontrarse en ayunas para obtener mejores resultados.

Para la evaluación del estrés mediante el uso del cortisol se realizaron dos pruebas las cuales fueron tomadas en diferentes etapas de la investigación, de la prótesis al paciente la primera prueba se tomó, tres días antes del uso de la prótesis para evidenciar que los niveles de cortisol en el paciente eran estables y el segundo se lo realizó tres días después de haber usado la prótesis esto con el objetivo de evaluar si la prótesis era molesta o le causaba, incomodidad, tensión, angustia o estrés.

9.7 Análisis de la muestra sanguínea

La muestra sanguínea fue analizada en la *Clínica Veterinaria Mundo Animal* Ubicada en Quito, en el sector de Quitumbe. La prueba de cortisol se realizó mediante el uso de la máquina Vcheck la cual es un cuantificador hormonal, el modo de uso de este cuantificador hormonal es que una vez centrifugada la muestra sanguínea a 5000 revoluciones por minuto, durante 5 minutos, una vez acabado este tiempo, se extrae el plasma y se coloca en el reactivo de la prueba una cantidad de 25ul. Con la ayuda de una micropipeta, y se dejó incubar durante 10 min. Una vez que la muestra sanguínea se haya homogeneizado con el reactivo, se procederá a extraer 50ul y colocar en el dispositivo de prueba y presionar START para comenzar su análisis, el cual demora 10 min en arrojar los resultados finales.

9.8 Variables a evaluar

- Calidad de vida del paciente con prótesis frente a la calidad de vida del paciente sin prótesis, en base al uso del cortisol, como biomarcador de estrés.
- Ventajas de una prótesis impresa en 3D, frente a una prótesis comercial de diferente material.

9.9 Medición de las variables establecidas

* Calidad de vida del paciente con prótesis frente a la calidad de vida del paciente sin prótesis, en base al uso del cortisol, como biomarcador de estrés.

Una vez que se colocó la prótesis al primer paciente llamada “Coco”, se procedió a estudiarla en un tiempo de 15 días, pero al llegar al 5to día, la paciente, presentaba molestias muy notables al usar la prótesis ya que el muñón donde iba asentando y encajaba la prótesis, le dolía y se molestaba mucho al momento de que se manipuló la zona, esto dificultó mucho que nuestro primer paciente, continúe usando la prótesis por obvias razones mencionadas.

En nuestro segundo paciente, llamado “Pablito”, debido al poco tiempo que se tenía para el diseño impresión y prueba de la prótesis, se lo estudió por 5 días, de los cuales los tres primeros días que son los más cruciales, nuestro paciente presentó resultados favorables ya que la prótesis, al principio le resultaba un poco incómodo, pero con el pasar de los días fue acostumbrándose y adaptando de a poco su caminar, aquí tomamos en cuenta varios factores.

* Variable del dolor: Se evaluó esta variable basándose en el número de manifestaciones de dolor que presentaba el animal, describiendo cómo las mismas a los aullidos, agresividad, quejidos, molestias, e inflamación en el muñón, intolerancia a la prótesis.

Paciente “*Pablito*”.

- Aullidos: Nulo
- Agresividad: Nulo
- Quejidos: Bajo
- Molestia: Bajo
- Inflamación en el muñón: Nulo
- Intolerancia a la prótesis: Bajo

Paciente “*Coco*”

- Aullidos: Nulo
- Agresividad: Nulo
- Quejidos: Medio
- Molestia: Alto
- Inflamación en el muñón: Medio
- Intolerancia a la prótesis: Alto

- Ventajas de una prótesis impresa en 3D, frente a una prótesis comercial de diferente material.

Se tomó muy en cuenta el factor económico a comparación con diferentes prótesis existentes en el mercado, de lo cual se observó una gran brecha comparativa con respecto a costos, facilidad de adquisición de la prótesis, adaptabilidad, repuesta y accesorio.

Variable Costos. - Para evaluar esta variable, se analizó precios aproximados en el mercado, comparando con los precios de la prótesis modelada e impresa en 3D.

a. Bajo: Costo de impresión en 3D desde los 20 \$ hasta los 90 \$, y costos de modelado digital, desde los 10 \$ hasta los 40 \$

b. Medio: Costos de prótesis impresas en 3D a partir de los 30 cm. 90\$ hasta los 100\$

c. Alto: Costos de diseño, fabricación e importación de prótesis hechas en diferente material, desde los 300\$ hasta los 2000\$ dependiendo el caso clínico de cada paciente.

- Variable Funcionalidad: Para evaluar la funcionalidad de cada una de estas prótesis, se estableció un margen visual el cual se determinó por criterio propio que las prótesis hechas y diseñadas en 3D, cumplían con hasta un 93% de funcionalidad semejante a las prótesis importadas, esto se demostró envase a los parámetros visuales personales de cada persona y evaluación de estrés marcado por cada animal.

9.10 Evaluación de Test de Liakhoff

Este test fue observacional, en base al comportamiento natural de la mascota frente al uso de la prótesis, se tomaron en cuenta parámetros de adaptabilidad, miedo y estrés para llegar a una conclusión final determinando si la prótesis cumplía o no con su objetivo.

Los rasgos de carácter que se evalúan en el test son:

Sensibilidad mental:

Los valores de sensibilidad mental psicológica, en cada paciente, fue muy notorio la actitud y carácter de cada uno de ellos, haciendo comparación a la paciente uno "*Coco*" la cual tenía un impacto psicológico muy marcado debido a que en el pasado sufrió de maltrato y abandono, esto le desarrollo un carácter muy intranquilo, ansioso, temeroso y poco social, comparando con el paciente número 2 "*Pablito*" al ser un paciente muy joven tenía un carácter muy social y abierto con las personas a pesar de que él también sufrió de maltrato animal, aquí interfiere

mucho el factor edad, ya que “Coco” al ser una perra de 4 años desarrollo en ese tiempo un carácter aislado, y “Pablito” un carácter más social.

Sensibilidad corporal:

- Paciente 1 “Coco”
 - Presenta sensibilidad, en el muñón de la zona amputada
- Paciente 2 “Pablito”
 - No presentó ninguna sensibilidad física visible

Agresividad:

- Paciente 1 “Coco”
 - No presenta agresividad
- Paciente 2 “Pablito”
 - No presenta agresividad

Dominancia:

- Paciente 1 “Coco”
 - No tiene carácter dominante
- Paciente 2 “Pablito”
 - No tiene carácter dominante

Sumisión:

- Paciente 1 “Coco”
 - Presenta carácter muy sumiso
- Paciente 2 “Pablito”
 - Presenta carácter muy sumiso

Deseos de agradar:

- Paciente 1 “Coco”
 - Tiene carácter poco sociable, no pretende agradar a las personas
- Paciente 2 “Pablito”
 - Tiene un carácter bastante sociable, pretende agradar a las personas

La adaptabilidad:

- Paciente 1 “Coco”

- No se adaptó a la prótesis, debido a que contaba con sensibilidad corporal y de carácter poco sociable y sumiso.
- Paciente 2 “Pablito”
 - Se adaptó fácilmente a la prótesis, ya que no tenía sensibilidad corporal que le impidiera el uso de la misma, y al tener un carácter social, se pudo ambientar más fácil a su nueva condición física.

Persistencia:

- Paciente 1 “Coco”
 - Muy poco persistente al uso de la prótesis
- Paciente 2 “Pablito”
 - Muy persistente al uso y adaptación de la prótesis

Intensidad:

- Paciente 1 “Coco”
 - Poco intenso, al uso de la prótesis
- Paciente 2 “Pablito”
 - Muy intenso al usar la prótesis.

Miedo:

- Paciente 1 “Coco”
 - Presenta un miedo marcado al uso de un objeto desconocido a ella, con reacción de sumisión e intranquilidad ansiosa.
- Paciente 2 “Pablito”
 - Presenta poco reflejo de temor, ya que tiene un carácter más sociable.

10. RESULTADOS

10.1 Desarrollo y modelado de la prótesis en digital

Se diseñaron dos prototipos de prótesis, para dos casos clínicos diferentes, con una afección física muy diferente el uno del otro.

Cada uno con diferentes medidas.

Tabla 2. Características de prótesis del paciente N°1

Paciente número 1 (Coco)	
Medidas	18,5 cm. De alto, 8cm. De diametro, 5 cm. De profundidad de muñon
Materiales	Filamento PLA
N° de piezas	2 Piezas
Costo	27\$
Programa utilizado	Blender, cura
Tipo de impresora	Impresora en 3D marca Artillery

Tabla 1. Características de prótesis del paciente N°2

Paciente número 2 (Pablito)	
Medidas	28,5 cm de alto de pata, 19 cm. Profundidad de pecho, 28cm de perimetro de pecho
Materiales	Filamento PLA y PETG
N° de piezas	4 Piezas
Costo	70\$
Programa utilizado	Blender, cura
Tipo de impresora	Impresora en 3D marca Artillery

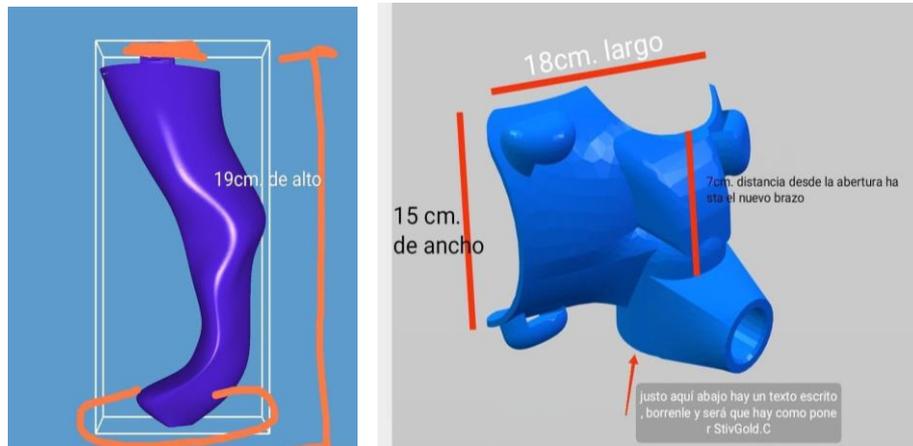
Se puede notar claramente qué el costo de cada prótesis varía dependiendo el tamaño, material usado y tipo de diseño que se haya destinado a la prótesis de cada paciente.

10.1.1 Características de prótesis N°1

Después del primer modelaje e impresión de la prótesis para cada uno de nuestros pacientes se observó, claramente que existían errores, ya sea de altura en la prótesis de la Paciente Coco, lo cual se tuvo que rectificar y en nuestro segundo paciente Pablito existió fallas en sentido de funcionalidad y adaptabilidad, ya que se trató de buscar la manera de realizarla más estética y acorde al animal, pero se pasó por alto la parte funcional y aquí es donde, en el primer intento de prueba, se nota claramente muchos errores del prototipo inicial, para esto se tuvo que realizar un reajuste de medidas y diseño basándonos en la funcionalidad y adaptabilidad, para lograr esto, nos basamos en las prótesis diseñadas para humanos, específicamente para corredores Olímpicos, los cuales cuentan con una forma curva al final del pie, para poder absorber el impacto de la pisada, así de esta manera se logró llegar a una segunda prótesis la cual tuvo un éxito marcado y una completa diferencia a comparación de la primera prótesis ya que al no ser una prótesis prominente por querer conservar el aspecto estético, sino al contrario una prótesis

funcional conservando la naturalidad de la extremidad se llegó a una prótesis más minimalista y funcional cumpliendo con el objetivo de ser adaptable al paciente.

Ilustración 7. Digitalización de la prótesis



Fuente: Steven Gutiérrez

10.2 Evaluación del uso de la prótesis en los pacientes

La evaluación del uso de la prótesis en los pacientes, se determinó en base a parámetros comportamentales, cómo la cotidianidad de su día a día, en respuesta a esto se obtuvo los siguientes resultados.

10.2.1 Paciente N°1 Coco

Al ser una paciente de 4 años de edad, que a muy temprana edad perdió su extremidad, adicional a esto la amputación que contaba esta paciente, fue realizada en la metáfisis superior del hueso tibulo-fibular, contaba con un muñón bastante marcado y demostraba incomodidad, dolor y molestia en el mismo, ya que lo correcto hubiese sido que el punto de corte se lo realizara en plena articulación, al no estar correctamente amputado, nuestra paciente, no cumplía con los parámetros establecidos para que una mascota pueda optar, a una prótesis, que es no tener molestias ni dolor en el muñón, esto dificulta bastante el uso y adaptación de la prótesis, ya que al tener molestia en la zona, cuando se intentó adaptar la prótesis, ella procedió a sacarlo ya que le molestaba e incomodaba, no se levantaba ni intentaba caminar, por más que se trato fue completamente imposible.

Se realizó el mismo ejercicio de adaptación durante 5 días consecutivos con el objetivo de buscar la manera que se adapte con resultados desalentadores, dándonos a comprender que el

tiempo y el estado físico en el que la paciente pasó, durante estos 4 años, aprendió a convivir con su ausencia de extremidad y que una prótesis en ella le produciría lo contrario a un bienestar animal. En conclusión, este paciente no es apto para usar una prótesis ya que al contrario de generar un bienestar o ayuda en su día a día, le generó estrés, molestia e incomodidad.

10.2.2 Paciente N°2 Pablito

En él se realizaron dos prótesis la primera con un aspecto estético pero muy poco funcional, lo cual con el tiempo no le iba a ser útil, y la segunda prótesis una que fue adaptada y modificada, basándose en prótesis humanas previamente estudiadas y dirigidas para corredores olímpicos, una vez analizado estos parámetros se desarrolló la segunda y última prótesis la cual tuvo éxito en su adaptación, ya que al estar adherida a una pechera forrada de lona, para evitar que se desacomoda se obtuvo resultados favorables en los tres primeros días, ya que al principio se incomodaba por el mismo hecho de ser un objeto desconocido, pero con el pasar de los dos siguientes días, nuestro paciente se fue adaptando de a poco, demostrando muy poca molestia e incomodidad al realizar sus actividades diarias, cómo caminar, correr, saltar, comer, realizar sus necesidades fisiológicas, etc. Esto nos demostró que la prótesis, sí cumplió con su rol que era, brindarle un bienestar a nuestro paciente y esto también se reflejó en las pruebas de estrés a base del cortisol.

10.3 Parámetros finales del cortisol

Para determinar los valores finales en base al cortisol y demostrar si las prótesis que se les adaptó a cada paciente le genera, alguna ayuda, bienestar o todo lo contrario como molestia, incomodidad o estrés, se procedió a realizar 2 colectas de sangre en distintos días la primera muestra se la tomó a los dos pacientes el día 12 de Julio, del 2022, esto, días antes de la aplicación de la prótesis con el fin de determinar si los niveles de estrés corporales del animal se encontraban estables sin el uso de la prótesis y la segunda muestra se la tomó, tres días contando desde la primera vez que empezaban a usar la prótesis, tomando en cuenta que cada paciente se le colocó en diferentes días, debido a que eran prótesis distintas, una más compleja que otra.

Hay que tomar en cuenta que el rango de cortisol que denota la máquina Vcheck está en un rango de 1 a 30 ug/dl

Cuadro comparativo de valores de cada paciente “Coco” y “Pablito”

Tabla 3. Resultados del cortisol

Resultados de los exámenes de cortisol en paciente N°1			
Coco			
Primer examen	Resultados	Segundo examen	Resultados
12-jul-22	1,47ug/dl	28-jul-22	10,89ug/dl

Resultados de los exámenes de cortisol en paciente N°2			
Pablito			
Primer examen	Resultados	Segundo examen	Resultados
12-jul-22	1,04ug/dl	5-ago-22	1,00ug/dl

Fuente: Steven Gutiérrez

Los valores arrojados de la muestra de cortisol indican claramente que el primer test el cual fue tomado el 12 de julio del 2022, se encuentra en un Rango de 1.47ug/dl, lo cual se interpreta que los valores de cortisol de la paciente, estaban bajos, eso quiere decir que se encontraba, libre de estrés, mientras que en la prueba secundaria que se realizó el 28 de Julio, 3 días después de que se adaptó la prótesis a la paciente, arroja valores de 10.89ug/dl, un valor sumamente elevado a comparación de la primera prueba, lo cual se interpreta como un incremento de cortisol en la sangre, debido al estrés que se generó al momento de manejar al paciente durante la aplicación de la prótesis y mientras lo usaba.

Dándonos como resultado final que la prótesis a esta paciente no le genera ningún bienestar animal, sino todo lo contrario. Los valores arrojados de la muestra de cortisol indican claramente que el primer test el cual fue tomado el 12 de julio del 2022, se encuentra en un Rango de 1.04ug/dl, esto se interpreta, que los valores de cortisol del paciente, estaban bajos, es decir que se encontraba, libre de estrés, y en la prueba secundaria que se realizó el 05 de agosto del 2022, 3 días después de que se adaptó la prótesis final ya modificada, al paciente, nos arrojó un valor de 1.00 ug/dl un resultado marcado como límite de rango del cortisol inicial, dándonos a interpretar que se pudo adaptar a la prótesis sin ningún cambio hormonal en sus sistema basándonos en el cortisol. De esta manera, como resultado final de este paciente, se determinó que la prótesis no le generaba ninguna molestia ni alteración hormonal en consideración al cortisol, ya que, al no aumentar su nivel, el paciente no sufre ningún estrés y podría continuar acostumbrándose a la prótesis, hasta llegar a un punto de ambientación completa.

11. Resultados del Test de Liakhoff

Tabla 4, Resultados del Test de Liakhoff

Test de Liakhoff		
Se evaluara en una escala de 1 al 5, donde 1 es baja adaptabilidad y 5 excelente adaptabilidad		
Parámetros a evaluar	Paciente 1 "Coco"	Paciente 2 "Pablito"
Sensibilidad mental:	1	5
Sensibilidad corporal:	1	5
Agresividad:	2	5
Dominancia:	2	4
Sumisión:	2	2
Deseos de agradar:	1	4
La adaptabilidad:	1	4
Persistencia:	2	4
Intensidad:	2	4
Miedo:	1	3

Fuente: Steven Gutiérrez

11.1 Conclusión del test de Liakhoff

La paciente "Coco" tiene un perfil no muy favorable para optar, por una prótesis, en base a su condición psicológica y física, se le hace muy difícil poder adaptarse hacia un nuevo cambio.

El paciente Pablito debido a sus condiciones favorables, tanto psicológicas y físicas tuvo una adaptación mejor y más rápida al uso de una prótesis.

12. IMPACTO

12.1 Impacto económico

El impacto económico que genera esta investigación es muy notorio en comparación a las prótesis comunes que se pueden encontrar en el mercado internacional, debido a que este tipo de prótesis pueden llegar a costar de \$500 hasta \$2000, a comparación de las prótesis impresas y diseñadas en 3D, tienen un valor aproximado desde los \$20 hasta los \$180 creando así un impacto económico positivo

12.2 Impacto ambiental

El impacto ambiental que genera este tipo de prótesis es muy positivo debido a que están hechas de 2 diferentes tipos de plástico cómo es el PLA, la cual se compone de residuos orgánicos del maíz y el trigo, haciéndolo biodegradable y el PETG, qué es el plástico reciclable que se pueden reutilizar en caso de que la prótesis se haya roto o simplemente quedé en desuso, de esta manera no sé generará más contaminación de plástico al planeta.

12.3 Impacto Técnico

El impacto técnico es del diseño qué se puede implementar digitalmente entre una prótesis diseñada en 3D que tenga la misma funcionalidad que una prótesis común del mercado

12.4 Impacto social

El impacto social que genera este proyecto es el brindar un apoyo fundamental a los animales que necesitan de este beneficio el cual sus dueños no se encuentran en la capacidad económica de costear una prótesis muy costosa, al adquirir este tipo de prótesis económica hecha de los materiales ya mencionados, se podría solventar mucha demanda de artículos ortopédicos para animales con discapacidades físicas.

16. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Tabla 5, Tabla de presupuesto

N°	INSUMOS TOTALES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Diseño de los dos prototipos digitales	10\$	20\$
2	Impresión, prótesis de "Coco"	27\$	27\$
3	Impresión, prótesis de "Pablito"	70\$	70\$
4	Chaleco Ortopedico	25\$	25\$
5	Pegamento	4.75\$	4.75\$
6	Pasajes	20\$	20\$
7	Impresiones 240 hojas	24\$	24\$
TOTAL DE GASTOS		190.75	

Fuente: Steven Gutiérrez

17. DISCUSIÓN

La prótesis diseñada e impresa en 3D generó varios resultados en base a los 2 pacientes que fueron estudiados, ya que el primer paciente "Coco" al no contar con las cualidades físicas necesarias, para poder optar a una prótesis, le terminó generando una molestia, dolor e incomodidad, provocándole estrés, en base a los exámenes posteriormente realizados, mientras que en el segundo paciente "Pablito" que contaba con un estado físico muy diferente al primero, demostró resultados favorables con el uso de la prótesis ya que la diferencia entre ambos pacientes era el factor edad, a comparación de la primera paciente, que tenía 4 años de edad y el segundo de 8 meses de edad, además lo que difiere la primera prótesis de "Coco" con la prótesis en 3D realizada por Matilde Z. (2017) de la UTMACH, es que su paciente, contaba con las condiciones necesarias para optar por una prótesis, ya que el muñón de su paciente no tenía sensibilidad notoria ni dolor, lo que facilitó su adaptación, sin contar que era un paciente joven y este también es un factor clave, en el cual los pacientes que han sufrido este tipo situación trágica, como la ausencia de alguna de sus extremidades, por diferentes causas, con el tiempo pueden llegar a adaptarse a su estado físico, buscando la manera de equilibrar su peso y adaptarse a su nuevo estilo de vida, en comparación de pacientes jóvenes que han sido tratados desde muy temprano, ellos con el tiempo se adaptarán más rápido y de mejor manera mejorando así su estilo de vida.

18. CONCLUSIÓN

Al final de la investigación se dedujo que, el primer paciente, al no contar con la condición física necesaria, rechazó la prótesis porque le provocaba dolor e incomodidad en el muñón, adicional a esto, el tiempo en el cual, ella se encontraba con su condición física era demasiado largo ya que 4 años de su vida aprendió a convivir con su discapacidad, adaptándose de esta forma a su estilo de vida.

La investigación demostró, que la prótesis impresa en 3D, cumplido con su finalidad de ser funcional, ya que, en el segundo paciente, con un cuadro físico más complicado que el primer paciente, demostró mejor adaptabilidad y excelentes resultados en un corto tiempo.

Se determinó que realizar pruebas de cortisol, en cada paciente, antes y después del uso de la prótesis, nos brinda resultados importantes que determinan, si la prótesis le incomoda, molesta

19. RECOMENDACIONES

Las prótesis impresas en 3D son una gran alternativa con relación a costo beneficio, ya que, al ser de bajo presupuesto, pueden estar al alcance de varias dueñas que cuenten con sus mascotas que estén pasando, este tipo de afección física, ya que muchas de las veces, los dueños al no tener la capacidad económica para poder adquirir un artefacto más sofisticado y costoso que se puede encontrar en el mercado, pueden optar por esta alternativa más económica y sustentable. Se puede acotar con respecto a los resultados obtenidos, que una prótesis de este tipo de material, puede ser muy útil en varios casos clínicos, ayudando a mejorar la vida de muchos pacientes caninos a largo plazo, además tomando en cuenta, que este se encuentra entre unos de los pocos estudios base a cerca de este tema, que se ha realizado en nuestro país, ya que de este tipo de investigación puede crecer más ideas en base al bienestar animal, que puede generar artefactos periféricos, como ortesis o prótesis de bajo presupuesto, que puedan estar al alcance de todos los dueños de animales domésticos del Ecuador, con el fin de mejorar el estilo de vida de nuestras mascotas.

20. BIBLIOGRAFÍAS

1. Super User. Concepto de bienestar animal [Internet]. Zawec.org. 2015 [citado el 16 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.zawec.org/es/que-hacemos/fichas-tecnicas/41-concepto-de-bienestar-animal>
2. Thebrooke.org. [citado el 16 de junio de 2022]. Disponible en: https://www.thebrooke.org/sites/default/files/Chapter%201_What.pdf
3. Sadenir. Medicina veterinaria: una breve reseña histórica - Sadenir S.A [Internet]. Sadenir. 2020 [citado el 19 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.sadenir.com.uy/blog/2020/11/23/breve-historia-medicina-veterinaria/>
4. Edu.ec. [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11716/1/DE00012_TRABAJODE TITULACION.pdf
5. Tecnología 3D. Conoce sus funcionalidades y aplicaciones de futuro [Internet]. Productos y Servicios para Salas blancas y Laboratorios-SOLMEGLAS. 2018. Available from: <https://solmeclas.com/tecnologia-3d-conoce-funcionalidades-aplicaciones-futuro/#:~:text=La%20tecnolog%C3%ADa%203D%20recrea%20un>
6. Un breve recorrido por la historia de la protésica [Internet]. Amputee Coalition. Available from: <https://www.amputee-coalition.org/resources/spanish-history-prosthetics/#:~:text=Los%20egipcios%20fueron%20los%20primero>
7. Tecnología 3D - EcuRed [Internet]. www.ecured.cu. [cited 2022 Aug 29]. Available from: https://www.ecured.cu/Tecnologia_3D
8. Definición y ejemplos de tecnología 3D» MANUALES TECH [Internet]. MANUALES TECH. [cited 2022 Aug 29]. Available from: <https://manualestech.com/definicion/tecnologia-3d/>
9. Rodriguez C. TRABAJO FIN DE GRADO [Internet]. Ehu.es. [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/56105/Memoria.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
10. Métodos de Impresión 3D [Internet]. Proyecto Recicla 3D (Plabs 3D). 2014 [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://recicla3dplabs.wordpress.com/2014/09/26/metodos-de-impresion-3d/>

11. Estereolitografía [Internet]. Wikipedia.org. Wikimedia Foundation, Inc.; 2013 [cited 2022 Aug 29]. Available from: <https://es.wikipedia.org/wiki/Estereolitograf%C3%ADa>
12. 1. Guía completa: ¡Sinterizado selectivo por láser o SLS, te explicamos todo! [Internet]. 3Dnatives. 2019. Available from: <https://www.3dnatives.com/es/sinterizado-selectivo-por-laser-les-explicamos-todo/>
13. 1. Definiciones - Fabricación de objetos laminados - item Glossar [Internet]. glossar.item24.com. [cited 2022 Aug 29]. Available from: <https://glossar.item24.com/es/indice-de-glosario/articulo/item//fabricacion-de-objetos-laminados-1.html>
14. 1. impresoras3d.com. Tinta inteligente para imprimir en 3D [Internet]. impresoras3d.com. 2018 [cited 2022 Aug 29]. Available from: <https://www.impresoras3d.com/tinta-inteligente-para-imprimir-en-3d/>
15. Admin Los 10 mejores Tipos de Filamento para Impresión 3D | 2020 [Internet]. Blog Mas Toner. 2021 [cited 2022 Aug 29]. Available from: <https://mastoner.com/blog/tipos-de-filamentos-existen-para-imprimir-en-3d/>
16. 1. M A. ¿Qué filamento elegir para mi impresora 3D? [Internet]. 3Dnatives. 2021 [cited 2022 Aug 29]. Available from: <https://www.3dnatives.com/es/filamento-elegir-impresora-3d-100620212/>
17. ¿Qué tipos de impresoras 3D existen? Todo lo que necesitas saber [Internet]. Formizable. 2019 [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://formizable.com/tipos-de-impresoras-3d/>
18. Amputación de una Extremidad | American College of Veterinary Surgeons - ACVS [Internet]. www.acvs.org. [cited 2022 Aug 14]. Available from: <https://www.acvs.org/small-animal-es/limb-amputation>
19. Prótesis para perros con impresoras 3D: cómo puedes ayudar a tu mascota [Internet]. Dynapro 3D | Empresa dedicada al diseño digital e impresión 3D. 2020 (citado el 13 de agosto de 2022). Disponible en: <https://dynapro3d.com/protesis-perros-impresoras-3d-puedes-ayudar-mascota/>
20. ¿Qué tipos de impresoras 3D existen? Todo lo que necesitas saber [Internet]. Formizable. 2019. Available from: <https://formizable.com/tipos-de-impresoras-3d/>
21. Edu.co. (citado el 13 de agosto de 2022). Disponible en: https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2452/Acero_L%C3%A9on_Lilibeth_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

22. Canina P, Sabater Fernández C. DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA [Internet]. Upv.es. [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/125881/Sabater%20tesis%20canina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
23. Recicla3dplabs. Métodos de Impresión 3D [Internet]. Proyecto Recicla 3D (Plabs 3D). 2014 [cited 2022 Aug 14]. Available from: <https://recicla3dplabs.wordpress.com/2014/09/26/metodos-de-impresion-3d/>
24. Quintana G. Las mascotas también se pueden beneficiar de las prótesis en impresión 3D [Internet]. El Universo. 2022 [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.eluniverso.com/larevista/disenio/las-mascotas-tambien-se-pueden-beneficiar-de-las-protesis-3d-nota/>
25. Dynapro. Prótesis para perros con impresoras 3D: cómo puedes ayudar a tu mascota [Internet]. Dynapro 3D | Empresa dedicada al diseño digital e impresión 3D. 2020 [cited 2022 Aug 14]. Available from: <https://dynapro3d.com/protesis-perros-impresoras-3d-puedes-ayudar-mascota/>
26. Las mascotas también se pueden beneficiar de las prótesis en impresión 3D [Internet]. El Universo. 2022 [cited 2022 Aug 14]. Available from: <https://www.eluniverso.com/larevista/disenio/las-mascotas-tambien-se-pueden-beneficiar-de-las-protesis-3d-nota/>
27. Prótesis para nuestras mascotas [Internet]. Pancho Cavero. [cited 2022 Aug 14]. Available from: <https://www.panchocavero.com/blog/26/protesis-para-nuestras-mascotas>
28. Guía P, María M, Valverde C, Autora R, Daniela P, Salazar R. 2016 [cited 2022 Aug 14]. Available from: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/6489/1/UDLA-EC-TDGI-2016-27.pdf>
29. Prueba de cortisol: Información en MedlinePlus sobre pruebas de laboratorio [Internet]. Medlineplus.gov. 2017. Available from: <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/prueba-de-cortisol/>
30. SoloEsUnPerro. ¿Cómo medir el Estrés de tu PERRO? Entrevista a Ibersens (Internet). Cursos de Adiestramiento Online. 2018) cited 2022 Aug 14). Available from: <https://www.soloesunperro.com/como-medir-estres-de-tu-perro/>
31. Examen de cortisol en la sangre: MedlinePlus enciclopedia médica (Internet). medlineplus.gov. (cited 2022 Aug 14). Available from:

- <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003693.htm#:~:text=Es%20un%20an%C3%A1lisis%20que%20mide>
32. Cortisol (Fuente). Wikipedia. 2022 (cita 2022 Aug 14). Available from: <https://es.wikipedia.org/wiki/Cortisol#:~:text=El%20cortisol%20es%20sintetizado%20a>
 33. Prueba de cortisol: Prueba de laboratorio de MedlinePlus [Internet]. medlineplus.gov. (cita 2022 Aug 14). Available from: <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/prueba-de-cortisol/#:~:text=La%20prueba%20de%20cortisol%20mide>
 34. Gutiérrez J. Test de Liakhoff (Internet). Adiestrador canino. 2015(cita 2022 Aug 29). Available from: <https://www.adiestradorcanino.com/webdelperro/test-de-liakhoff/>
 35. Veterinaria UdeC cuenta con nuevo equipamiento para mediciones hormonales de animales [Internet]. Noticias UdeC. 2022 [cited 2022 Aug 14]. Available from: <https://noticias.udec.cl/veterinaria-udec-cuenta-con-nuevo-equipamiento-para-mediciones-hormonales-de-animales/>

21. ANEXOS

Anexo 1. Datos personales del estudiante

DATOS PERSONALES

APELLIDOS:

GUTIÉRREZ

CAMPAÑA

NOMBRES:

STEVEN FABIÁN

CEDULA:

1726797150

FECHA DE NACIMIENTO: 04-ABRIL-1990

LUGAR DE NACIMIENTO: QUITO - ECUADOR

ESTADO CIVIL: SOLTERO

DIRECCIÓN: CAMILO PONCE ENRIQUES Y JAIME ROLDOS, URB. CIUDAD DE QUITO

TELÉFONO: 0983722158 **EMAIL:** sgc9815@gmail.com

FORMACIÓN ACADÉMICA SECUNDARIA:

UNIDAD EDUCATIVA HERMANO MIGUEL "LA SALLE"

TÍTULOS

TÍTULO BACHILLER:

CIENCIAS



Anexo 2. Datos personales del tutor



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DATOS INFORMATIVOS DOCENTES



DATOS PERSONALES

APELLIDOS: ARMAS CAJAS

NOMBRES: JORGE WASHINGTON

ESTADO CIVIL: CASADO

CÉDULA DE CIUDADANÍA:

0501556450

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 1

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: LATACUNGA 23 DE ABRIL DE 1970

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: CONJUNTO HABITACIONAL LOS ROSALES

TELÉFONO CONVENCIONAL: 032807619 **TELÉFONO CELULAR:** 0998336900

E-MAIL INSTITUCIONAL: jorge.armas@utc.edu.ec

TIPO DE DISCAPACIDAD: Ninguna

DE CARNET CONADIS: Ninguno

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
Tercero	Doctor en Medicina Veterinaria y Zootecnia	11/08/2005	1020-05-591385
Cuarto	Maestría en Clínica y Cirugía Canina	28/03/2014	1018-14-86045829

HISTORIAL PROFESIONAL

UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CAREN

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

AGRICULTURA-VETERINARIA

FECHA DE INGRESO A LA UTC:

SEPTIEMBRE 2012 – FEBRERO 2013

Anexo 3. Aval de traducción



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés cuyo título versa: **“Evaluación del bienestar generado por la aplicación de una prótesis en 3D, a unos pacientes caninos "*Canis lupus familiaris*" con una extremidad amputada en la ciudad de Latacunga.”** presentado por **Gutiérrez Campaña Steven Fabián** estudiante de la carrera de **Medicina Veterinaria**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 09 de septiembre del 2022.

Atentamente,


.....
Lic. Edison Marcelo Pacheco Pruna Mg.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050261735-0



Anexo 4. Evidencia de la investigación



Ilustración 1, pruebas de prototipo en paciente “Coco”



Ilustración 2, pruebas de prototipo en paciente “Pablito”



Ilustración 3. Evidencia de incomodidad de la prótesis en paciente “Coco”



Ilustración 4, Paciente Pablito usando su prótesis



Ilustración 5, Dos modelos de prótesis de Coco



Ilustración 6, primer y segundo prototipo de la prótesis de Pablito



Ilustración 7, Prótesis basada en un prototipo de prótesis para corredor olímpico



Ilustración 8, Elaboración de Chaleco ortopédico para el paciente "Pablito"



Ilustración 9, Chaleco ortopédico



Ilustración 10, Procedimiento a realizar para evaluar la muestra de sangre



Ilustración 11, Resultados del examen de cortisol, paciente "Coco"



Ilustración 12, Resultados del examen de cortisol, paciente "Pablito"