



FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
MEDICINA

**Características termográficas dinámicas post estrés térmico de la  
zona plantar en pacientes diabéticos.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
MÉDICO CIRUJANO

**AUTORA:**

Carmona Sandoval, Jenny (ORCID:0000-0002-4641-1943)

**ASESOR:**

Rodríguez Alonso, Dante Horacio (ORCID: 0000-0002-6662-9210)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Enfermedades crónicas y no transmisibles

TRUJILLO – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

A mi padre Eduardo Carmona, que me mira desde el cielo, tu partida inesperada me partió el alma, naciste para irte en este tiempo de coronavirus. Tus enseñanzas me ayudaron a enfrentar la vida y tu ejemplo de perseverancia me motivó a seguir adelante. Te llevo siempre en mi corazón y en mis memorias vivirás para toda la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, quien guía mi destino, el que en todo momento está conmigo, ayudándome a aprender de mis errores y me dirige por el sendero correcto.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y por su motivación constante para el logro de mis metas.

A la Dr. Dante Rodríguez, por darme la oportunidad de caminar juntos en esta experiencia, así como también, por su apoyo y paciencia en el proceso de esta investigación.

La autora

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2 Variables y operacionalización .....	12
3.3 Población, muestra y muestreo .....	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	14
3.5 Procedimientos .....	15
3.6 Método de análisis de datos.....	17
3.7 Aspectos éticos .....	18
IV. RESULTADOS .....	19
V. DISCUSIÓN .....	27
VI. CONCLUSIONES.....	31
VII. RECOMENDACIONES .....	32
VIII. REFERENCIAS .....	33
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla 1. Características generales de pacientes diabéticos sometidos a estrés térmico del plantar del pie. Trujillo, 2021. ....	24
Tabla 2. Medición termográfica basal del plantar del pie de pacientes diabéticos según 9 zonas anatómicas.....	24
Tabla 3. Medición termográfica a los 2 min. post estrés térmico del plantar del pie de pacientes diabéticos según 9 zonas anatómicas. ....	25
Tabla 4. Medición termográfica a los 5 min. post estrés térmico del plantar del pie de pacientes diabéticos según 9 zonas anatómicas. ....	25
Tabla 5. Recuperación térmica a los 2 min. post estrés térmico del plantar del pie de pacientes diabéticos según 9 zonas anatómicas. ....	26
Tabla 6. Recuperación térmica a los 5 min. post estrés térmico del plantar del pie de pacientes diabéticos según 9 zonas anatómicas. ....	26

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo identificar las características termográficas dinámicas post estrés térmico en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2, según 9 zonas anatómicas, en una unidad de investigación de Trujillo. Estudio de tipo descriptivo exploratorio, se realizó la medición termográfica basal a los 2 y 5 minutos post estrés con frío a 30 pacientes en 9 zonas anatómicas con cámara térmica y su recuperación respectiva. La técnica utilizada fue la observación y el instrumento una ficha de recolección de datos validada. Se solicitó una acreditación de un comité de ética. Los resultados revelan diferencias en el grado de recuperación térmica siendo mayor para zona del metatarsal, talón y arco lateral en todas las mediciones y menor para la zona del segundo, seguido de tercer, cuarto y quinto dedo, siguiendo el mismo orden en ambas mediciones con una leve diferencia a los 5 minutos para el pie derecho, donde la menor medida la obtuvo el tercer dedo. Concluyendo que el grado de recuperación térmica fue más rápida en las zonas del metatarsal plantar y talón a comparación área plantar del segundo, tercer y cuarto dedo del pie, con índices de recuperación más lenta.

**Palabras clave:** *Pie; Diabetes mellitus tipo 2, Piel, Termografía.*

## ABSTRACT

The study objective was to identify the dynamic thermographic characteristics post heat stress in the plantar skin of patients with type 2 diabetes mellitus, according to 9 anatomical areas, in a research unit in Trujillo. Descriptive exploratory study where the basal thermographic measurement was carried out at minute 2 and minute 5 post-stress with cold in 30 patients in 9 anatomic zones with a thermal camera and their respective recovery. Observation was the technique utilized and a validated data collection sheet was the instrument in this study. An ethics committee accreditation was requested. The results reveal differences in the degree of thermal recovery, being higher for the metatarsal area, heel and lateral arch in all measurements and lower for the area of the second, followed by third, fourth and fifth toes, following the same order in both measurements with a slight difference at 5 minutes for the right foot, where the third toe had the least measurable recovery. It can be concluded that the degree of thermal recovery was faster in the plantar metatarsal and heel areas compared to the plantar area of the second, third and fourth toes, with slower recovery rates.

**Keywords:** *Foot; Type 2 diabetes mellitus, Skin, Thermography*

## I. INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es una enfermedad crónica que requiere mucha atención médica para prevenir complicaciones graves, ésta viene siendo estudiada y evaluada a nivel mundial, actualmente se estima que el número de adultos con diabetes mellitus ha ido en aumento llegando a un aproximado de 463 millones para el 2019, lo que corresponde un considerable ascenso para el año 2017 con 425 millones de casos y los 3 países con mayor número de afectados son china, India y Estados Unidos en orden de mayor prevalencia respectivamente. (1,2)

El número de muertes provocados por esta enfermedad a nivel mundial para el año 2019 fue de aproximadamente 4.2 millones, esto nos muestra un ligero ascenso con respecto a años anteriores, además en América Central y del Sur 32 millones de personas presentaron diabetes y se estima que esta cifra llegue a alcanzar los 49 millones al 2045, esto nos indica un aumento de aproximadamente 17 millones más. (3) Además, se afirma que, las personas no diagnosticadas son un total de 13.3 millones para nuestra región y la mayor parte de ellos viven en países de ingresos medios los cuales hacen un 87,5% y de estos la mayoría pertenecen a zonas urbanas con 85,5%. (1)

El Perú registró durante el año 2019, 4 de cada 100 sujetos mayores de 15 años con diabetes mellitus, siendo la más afectada la población femenina con 4,3% y los varones con 3,4%, y con mayor número de casos presentes en el quintil superior con 5,5% que en el quintil más bajo con 1,7%. (4)

Las complicaciones crónicas de la DM2 generan altas tasas de morbimortalidad en nuestro país siendo necesario evaluar y diagnosticar oportunamente los factores asociados a éstas. En el Perú la complicación crónica más frecuente de la diabetes mellitus es la aparición del pie diabético, siendo un 21,4% en frecuencia para neuropatía según el ministerio de salud y 5,9 % para pie diabético. (5)

La expresión máxima de una neuropatía diabética está dada por la aparición de úlceras en los pies por no tener la sensibilidad protectora que brinda el sistema nervioso por las alteraciones sensitivas motoras y autosómicas, esto causa que el 15 % de diabéticos tengan una úlcera en los pies en algún momento de su vida. (6) De aquí la importancia de un diagnóstico oportuno que nos permita identificar prevenir un daño irreparable.

La enorme dificultad para categorizar los riesgos que llevan al pie diabético, conlleva a la incorporación de nuevas técnicas novedosas para la evaluación y diagnóstico de personas con diabetes, escalas de clasificación tales como la ADA (American Diabetes Association), la NHS (National Health Service) y otros. (7) Sin embargo ninguna de ellas posee un predictor diagnóstico de complicaciones de esta patología.

Los medios de diagnóstico clínico actuales están enfocados en la evaluación vascular, músculo esquelética y neurológica, todos como medios diagnósticos invasivos y algunos de difícil acceso y elevado costo. (8) También existen novedosos medios diagnóstico por imágenes que están siendo estudiados para su uso clínico, pero hasta ahora ninguno ha sido suficientemente probado en un entorno clínico por ende su valor en la clínica todavía es incierto, pero prometedoras para las novedosas imágenes ópticas. (9)

La termografía es un modelo de diagnóstico por imagen no invasivo, innovador y fácil de realizar utilizando las cámaras térmicas para detectar la radiación infrarroja emitida por la piel, creando patrones característicos de conducta en determinadas regiones de la piel, y analizando su comportamiento, se ha usado como herramienta para diagnóstico de lesiones por cáncer de piel, músculo esqueléticos, neurológicos y patologías cardiovasculares periféricas. (10,11)

En nuestro medio no existen la aplicación de la termografía como medio de diagnóstico oportuno dedicado a la detección temprana de pie diabético. Por lo cual es conveniente desarrollar esta técnica en todo su potencial y que sea de ayuda al diagnóstico clínico contribuyendo a la calidad de los servicios médicos prestados.

Además, servirá como referente para futuras investigaciones nacionales e internacionales.

Por esto se planteó el siguiente problema: ¿Cuáles son las características termográficas dinámicas post estrés térmico en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en una unidad de investigación de Trujillo de octubre a diciembre del 2021?

Este trabajo se realizó porque se desea contribuir a la mejora del diagnóstico clínico del pie diabético, incorporando a la atención médica el uso de un modelo de diagnóstico fácil de usar e interpretar como es la termografía, a través de este dispositivo de imagen, se captará las radiaciones de calor emitidas por la piel del pie diabético antes y después de ser sometido a un estrés térmico, estos valores nos permitieron determinar y analizar las zonas de riesgo de deterioro de la funcionalidad de la microcirculación en el pie. Esto nos permitió ampliar nuestros conocimientos referentes a las nuevas tecnologías para el diagnóstico. Así mismo, la información obtenida es de ayuda para los pacientes con diabetes mellitus y pie diabético evitando sus complicaciones.

El objetivo general planteado fue identificar las características termográficas dinámicas post estrés térmico en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2, según 9 zonas anatómicas, en una unidad de investigación de Trujillo de octubre a diciembre del 2021.

Los objetivos específicos fueron:

Identificar las características termográficas dinámicas basal térmico, en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 según 9 zonas anatómicas, en una unidad de investigación de Trujillo de octubre a diciembre del 2021.

Identificar las características termográficas dinámicas a los 2 minutos post estrés térmico con frío, en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 según 9 zonas anatómicas, en una unidad de investigación de Trujillo de octubre a diciembre del 2021.

Identificar las características termográficas dinámicas a los 5 minutos post estrés térmico con frío, en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 según 9 zonas anatómicas, en una unidad de investigación de Trujillo de octubre a diciembre del 2021.

Calcular la recuperación térmica a los 2 minutos post estrés térmico con frío en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 según 9 zonas anatómicas, en una unidad de investigación de Trujillo de octubre a diciembre del 2021

Calcular la recuperación térmica a los 5 minutos post estrés térmico con frío en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 según 9 zonas anatómicas, en una unidad de investigación de Trujillo de octubre a diciembre del 2021.

La hipótesis planteada estuvo implícita por ser exploratoria.

## II. MARCO TEÓRICO

Los estudios realizados respecto al uso de la termografía dinámica en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 fueron:

Serantoni et al. (12) usó imágenes infrarrojas, para clasificar el estado del pie en 12 pacientes con y sin complicaciones y 2 personas sanas como control, gracias a un modelo de biocalentamiento usando parámetros de perfusión y conductividad térmica; se basó en un enfriamiento de los pies donde se aplicó una placa enfriada (10 °C) debajo del pie durante 30 segundos. A continuación, se registró la respuesta térmica durante 5 minutos justo después de la eliminación del estímulo un estímulo frío; los resultados no mostraron ninguna correlación entre el estado fisiológico del paciente y la temperatura sanguínea, mala correlación con el parámetro de perfusión y una mejor correlación con el parámetro de conductividad. La evaluación del pie diabético a través del análisis térmico después del estímulo frío, puede ser valiosa con la caracterización del parámetro de conductividad, pero menos con el parámetro de perfusión constante.

Seixas et al. (13) realizó un estudio caso control para analizar la dinámica de la temperatura de la piel plantar de 30 pacientes diabéticos y 30 sanos, usando una cámara infrarroja, para analizar la cara plantar de los pies antes inmediatamente después y después de 5 minutos de la prueba conductiva de provocación por frío, que consistió en colocar los pies sobre una placa de aluminio de 8 mm de espesor fría durante 2 minutos, encontrando que en cuanto a la caída de temperatura de la piel fue menor en el angiosoma de la arteria plantar media, seguida por el territorio de la arteria calcánea medial, y mayor en el angiosoma de la arteria peronea, seguido por el territorio de la arteria plantar lateral, y el recalentamiento fue en la misma dirección, con la misma dinámica en ambos, esto demostró que el enfriamiento no es homogéneo, con grandes diferencias entre las regiones de los pies debido a la morfología del mismo y además puede agravarse en diabéticos con deformidades en los pies.

Rodríguez et al. (14) en su estudio transversal para un modelo de diagnóstico predictivo, en diabéticos con y sin complicaciones, utilizando imágenes biomédicas adquiridas por termografía, encontró que la deformidad del pie se vio influenciada por aumentos de las mediciones termográficas en la zona del dedo gordo plantar y zona metatarso plantar, la reducción en la zona metatarsal plantar; la neuropatía periférica fue influenciada por aumentos de las mediciones termográficas en la zona metatarso plantar; la enfermedad arterial periférica no fue influenciado por cualquier medida. Estos modelos predictivos se pueden utilizar para realizar la prevención de úlceras en la atención primaria en casos de deformidad del pie y neuropatía periférica.

Vardasca et al. (15) utilizó imágenes térmicas infrarrojas durante un examen dinámico enfriando ambos pies por conducción con una placa de aluminio durante 2 minutos de 39 pacientes diabéticos, para automatizar el procedimiento de ayuda al diagnóstico temprano de úlceras de pie diabético, donde se obtuvo evidencia estadística de discriminación ( $p < 0.05$ ) en la zona de hallux-metatarsus en la imagen basal e inmediatamente después del enfriamiento y en la zona metatarso plantar del segundo y tercer dedo 5 minutos después del estrés, al comparar la infección activa con las úlceras en cicatrización, a temperatura media hay evidencia estadística ( $p < 0.05$ ) y asimetría térmica en las zona hallux-metatarsus inmediatamente después y en la zona metatarso plantar y lateral del plantar del pie 5 minutos después. En conclusión, es posible identificar tempranamente las úlceras usando imágenes termográficas y clasificadores de aprendizaje automático con una precisión del 81.25%, 80% de especificidad y 100% de sensibilidad.

Rodríguez et al. (16) realizó un estudio transversal en pacientes diabéticos con neuropatía periférica, diagnosticados previamente con el test de Michigan donde se evaluó a 16 diabéticos a través de la termografía clínica evaluando 5 puntos comparativos en ambos pies, considerando patológico si existe 2 a más °C de variación según imagen térmica, encontrando el 50 % de Neuropatía diabética por termografía frente a 8.3% diagnosticado clínicamente, por tanto la Termografía es una prueba neurológica periférica que apoya al diagnóstico de la neuropatía diabética en plantas de los pies.

Balbinot et al. (17) calculó la repetibilidad del índice de recalentamiento en sujetos con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) y sujetos de control no diabéticos con una cámara de infrarrojos, donde se recogieron imágenes de infrarrojos plantares en la línea de base (antes) y 10 minutos después (después) del estrés por frío en dos días diferentes con un intervalo de 7 días. Encontrándose que el índice de recalentamiento presentó una concordancia del 100% de las mediciones diarias de los sujetos con DM2 y del 95% con sujetos no diabéticos. Se concluye que índice de recalentamiento después de la prueba de estrés en frío sigue siendo recomendado junto a los valores absolutos de temperatura para uso clínico.

Balbinot et al. (18) evaluó la sensibilidad y especificidad de la termografía plantar en el diagnóstico precoz de la polineuropatía diabética en 79 pacientes diabéticos y sanos utilizando imágenes plantares basales y luego minutos después de una prueba de estrés en frío utilizando una cámara infrarroja y pruebas cardíacas (variabilidad de la frecuencia cardíaca) como estándar de referencia. Se estudiaron dos variables termográficas: el índice de recuperación térmica y la técnica anisotermal interdigital. Se encontró que, entre los pacientes diabéticos, la técnica anisotérmica interdigital sola funcionó mejor que el índice de recuperación térmica solo, con mejor sensibilidad (81,3%) y especificidad (46,2%). Para los pacientes prediabéticos, las tres pruebas funcionaron igualmente bien. En conclusión, la termografía plantar, demostró ser útil preferentemente en las fibras pequeñas y autonómicas que se asocian comúnmente con una condición subclínica, para el diagnóstico temprano de la neuropatía diabética.

La piel, es uno de los órganos más importantes del cuerpo humano que constituyen la cubierta externa del mismo, está compuesta por tres capas superpuestas: la epidermis capa delgada, superficial y con abundantes células, la dermis donde se encuentran las papilas dérmicas, de tejido conectivo y la hipodermis de tejido subcutáneo graso, además, hay varios nociceptores en la piel, que son receptores sensoriales localizados periféricamente, neuronas que son sensibles a un estímulo nocivo, tenemos la piel glabra que tiene una gran inervación y derivaciones arteriovenosas que juegan un papel importante en la termorregulación y por el contrario la piel vellosa tiene menos conexiones arteriovenosas y participan principalmente en la defensa y la nutrición. (19)

La piel es uno de los órganos más accesibles para los estudios de las funciones microcirculatorias, éste es muy rico en capilares y su valoración funcional y diámetro de vasos proporciona una mayor comprensión de los mecanismos fisiopatológicos que conducen a una disfunción microvascular, tisular, sudomotora y sequedad de la piel, perdiendo la capacidad intrínseca para autorregularse frente a factores externos o internos porque posee un sistema regulador complejo que incluye regulación local de la microcirculación cutánea sensorial y de fibras autonómicas. (20,21)

La planta es la parte inferior del pie, lo conforman el talón hasta la cara inferior de los dedos, y la bóveda plantar conforman la parte más peculiar del pie humano, estos actúan como amortiguador de la marcha y permiten adaptarse a las irregularidades del terreno, esto porque solo algunas zonas del tarso y metatarso están en contacto con la superficie conformando una bóveda triangular, repartidas en tres zonas que soportan el mayor peso: el apoyo antero-interno, que pertenece a la zona del primer metatarsiano, el apoyo antero-externo que corresponde a la cabeza del quinto metatarsiano y el apoyo posterior al calcáneo que soporta el mayor peso. (22)

La zona del plantar del pie de un paciente diabético al estar expuesto a mayor presión puede generar la formación de callos, los cuales pueden ampliar la presión hasta en un 30% más, estas presiones en determinadas zonas del pie, ocasionan el 50% de úlceras de pie diabético, especialmente en las cabezas de los metatarsianos y dedos de la parte plantar del pie. (23)

La piel sirve como indicador de salud y enfermedad, debido a que existe un centro de termorregulación, el hipotálamo que detecta la temperatura por los sensores térmicos, por esto nuestra temperatura fisiológicamente se mantiene entre 36,5 °C y 37,5°C. (24)

El paciente con síndrome de pie diabético presenta disturbios tanto microcirculatorio como neurológicos, esta se considera como una polineuropatía sensitivo motora simétrica debido a los cambios metabólicos y microvasculares por la enfermedad crónica. (25) Esta disfunción neurovascular puede afectar la respuesta microcirculatoria a nivel de tejido en condiciones de estrés físico.

El pie diabético se considera una de las consecuencias más graves de la diabetes, esto es la ulceración, infección y/o gangrena asociado a neuropatía diabética o enfermedad arterial periférica, la falta de reconocimiento oportuno de estos problemas hace que el paciente adquiera mayores complicaciones que llevan al riesgo de amputación del miembro afectado, y afectando la calidad de vida. (26)

La neuropatía diabética, es una condición clínica que afecta a diferentes partes del sistema nervioso, por eso es preciso excluir otras causas. (27) Esta se clasifica en tres grandes grupos: difusas, mononeuropatías y polirradiculopatías. Dentro de las difusas se encuentra la neuropatía simétrica distal, la más frecuente y la neuropatía autonómica diabética. (28) Las características anatómicas de las fibras del sistema nervioso autónomo son susceptibles a la noxa metabólica propia de la enfermedad de base, y a todas las vías relacionadas con la hiperglucemia. (29)

La neuropatía periférica que afecta a las fibras sensoriales autonómica pueden potencialmente causar anomalías de termorregulación tanto autonómica como conductual, además, con el tiempo la mayoría de las neuropatías periféricas afectan

relativamente pequeñas áreas de superficie corporal y causan cambios vasomotores localizados, generalizados y neuropatías sensoriales de fibras pequeñas, tanto heredadas como adquiridas y puede producir síntomas y signos de alteración de la termorregulación. (19)

La enfermedad arterial periférica de miembros inferiores asociada a la diabetes mellitus tipo 2, se diagnostica de manera clínica a través de la medición del índice tobillo brazo y a través de hallazgos anómalos de las mediciones de pulsos periféricos, lo que nos indica aterosclerosis en miembros inferiores. (30)

La enfermedad arterial periférica en diabéticos se denomina macroangiopatía diabética de los miembros inferiores, esta enfermedad es de progresión acelerada y centrípeta, pero de manifestaciones tardías, y tiene como factores de riesgo a la hiperlipidemia, obesidad, tabaco, hipertensión arterial y diabetes mellitus; una combinación de estos factores eleva 16 veces más la probabilidad de presentar manifestaciones clínicas y progreso de la enfermedad. (31,32)

La enfermedad vascular en el paciente con diabetes tiene predilección por las arterias más pequeñas por esto, con el fin de evaluar la vascularización y colateralización se han dividido los pies en angiosomas. Un angiosoma hace referencia al suministro de sangre de una arteria principal, secundaria o distributiva a un área definida de tejido. Cada angiosoma incluye piel, músculo, tendón, nervio y/o hueso y está limitado, unido y entrecruzado a la vez por dos o más angiosomas por anastomosis verdaderas y por vasos de choque que se producen en el interior de los músculos. (33)

La termografía es una técnica no invasiva que no requiere mucha técnica, experiencia y es relativamente fácil de usar, donde el sujeto no está expuesto a cualquier radiación dañina u otros procedimientos, pero tiene la desventaja de medición de flujo solo en capas superficiales y alto costo del equipo, que limita su disponibilidad. (34) El examen termográfico se basa en la grabación de la radiación infrarroja del cuerpo humano digitalizando las imágenes de la radiación infrarroja de la piel, lo cual proporciona información sobre la distribución de la temperatura

en la superficie de la piel y permite crear un mapa bidimensional de la temperatura de la piel. (35)

La termografía infrarroja dinámica, es un método de diagnóstico clínico a través de imágenes, basada en el enfriamiento externo para mejorar los contrastes térmicos, de la piel a la evaluación, es muy rentable y tiene las ventajas de ser no invasivo, rápido, confiable, sin contacto, y capaz de producir múltiples grabaciones en pocos intervalos de tiempo, también, la tecnología permite evaluar todas las extremidades en 1 prueba y no implica ningún contacto directo con la piel del paciente por lo que se vuelve completamente aceptable, además la falta de contacto del dispositivo con el paciente tiene ventajas significativas en lo que respecta al control de infecciones. El procedimiento también puede ser repetido varias veces sin causar a los pacientes ninguna angustia o exponiéndolos a cualquier posible riesgo. (36)

La prueba de estrés por frío, es una prueba de esfuerzo que se utiliza para evaluar la microcirculación, en la que la cara plantar de los pies es sumergida en agua fría durante 1 minuto o más, para luego realizar el proceso de recopilación y análisis de datos a través de la grabación de infrarrojos imágenes de la inmersión inicial y posterior al enfriamiento de 10 minutos, y cálculo de un índice de recalentamiento; las condiciones de la microcirculación sanguínea se basan en principios físicos de registro de movimiento y definición reducción del número de eritrocitos dentro de microvasos. (35)

La respuesta después de la prueba de estrés por frío podrían ser la evidencia de actividades vasoconstrictoras y vasodilatadoras protectoras; durante la exposición inicial al frío la temperatura conduce a una vasoconstricción cutánea atestiguada por baja perfusión, sin embargo, la exposición prolongada al frío aumenta la perfusión de la piel, un vasodilatador hiperémico como mecanismo protector; evaluando los nervios aferentes que median el dolor y la percepción térmica en la piel y el aspecto vasoconstrictor eferente simpático, esta prueba se ve afectada en las personas con diabetes con o sin neuropatía, por el incremento de la actividad vascular con la derivación arteriovenosa anormal. (37)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de estudio: Aplicado

Diseño de investigación: Descriptivo y exploratorio.

#### 3.2 Variables y operacionalización

**Variable 1:** Características termográficas dinámicas en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 según 9 zonas anatómicas.

**Definición conceptual:** Son rasgos identificados a través de un método de imagen de radiación infrarroja instantánea en tiempo real, preciso y no invasivo (19), al evaluar la temperatura de la piel plantar del pie puede detectar la presencia de alteración neurovascular del pie en la zona evaluada. (38)

**Definición operacional:** características termográficas dinámicas en la piel plantar del pie de cada paciente diabético, basados en la temperatura promedio de 9 zonas y usando el software FLIR TOOL: Medición basal, post estrés térmico a los 2 min y a los 5 min. y la recuperación térmica a los 2 min y a los 5 min. (16)

Es una variable de Intervalo:

- Temperatura promedio en °C de cada pie y cada zona
- Recuperación térmica (temperatura promedio post estrés según minuto/ temperatura promedio basal x 100 %) a los 2 y 5 min.

**Variable 2:** Prueba de estrés térmico con frío.

**Definición conceptual:** La prueba de estrés con frío que se usa para evaluar la microcirculación con relación a los cambios térmicos, el aspecto vasoconstrictor eferente simpático y nervios aferentes que median el dolor en la piel. (37) Las condiciones de la microcirculación sanguínea se basan en principios físicos de registro de movimiento y definición reducción del número de eritrocitos dentro de microvasos. (35)

**Definición operacional:** Aplicación de estrés térmico por 1 minuto a sujetos diabéticos con agua helada sumergida a no menos de 20°C. (35)

Es una variable nominal de tipo dicotómica: SI / NO.

La matriz de operacionalización de variables de encuentra detallada en el anexo 1.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

Estuvo constituida por personas con diabetes mellitus tipo 2 que aceptaron participar voluntariamente en la investigación, que cumplieron los siguientes criterios:

#### **- Inclusión:**

Personas de mayores de 18 años de edad con diabetes mellitus tipo 2, hombres y mujeres.

Personas que se encontraron estables, es decir, no mostraron signos evidentes de complicaciones de la enfermedad, al momento de la evaluación tales como problemas respiratorios, cardiacos y neurológicos.

#### **- Exclusión:**

Diabéticos que cuentan con algún tipo de lesiones dermatológicas activas en los pies, uso de sustancias liquidas o en polvo aplicadas antes del examen.

Personas que hayan realizado ejercicios físicos 2 horas antes del examen.

#### **Muestra:**

La muestra estuvo conformada por 30 sujetos con diagnóstico médico de diabetes mellitus tipo 2, que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión mencionados, el tamaño considerado fue debido a ser un estudio exploratorio.

#### **Muestreo:**

El muestreo fue no probabilístico por conveniencia.

**Unidad de Análisis:**

Estuvo conformado por cada registro del plantar del pie examinado por termografía post prueba de estrés con frío a sujetos con diabetes mellitus tipo 2, que aceptaron participar en la unidad de investigación entre los meses octubre a diciembre del 2021.

**3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos****Técnica:**

La técnica de recolección fue la observación directa visual de las imágenes térmicas infrarrojas.

**Instrumento:**

El instrumento que se utilizó fue la ficha de recolección de información sobre características termográficas dinámicas en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 según 9 zonas anatómicas, post prueba de estrés térmico con frío, la cual consta de dos partes:

La primera parte contiene los datos generales de la persona: nombre, DNI, edad, sexo, procedencia y tiempo de enfermedad; funciones vitales: frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y presión arterial; codificación de imágenes de cámara termográficas; descripción de las zonas del plantar del pie, donde las zonas de interés de estudio corresponden: la zona 1 corresponde al área del hallux, la zona 2 que corresponde al arco lateral del plantar del pie, la zona 3 perteneciente al arco medial plantar, la zona 4 al talón del plantar, la zona 5 pertenece al dedo 2 del pie, zona 6 al dedo 3 del pie, la zona 7 al dedo 4 del pie, la zona 8 al dedo 5 del pie y la zona 9 perteneciente al área metatarsal del plantar del pie. Así mismo, el valor normal o alterado de la sensibilidad táctil (ST), y sensibilidad vibratoria (SV) para descartar neuropatía diabética (NPD) y el índice Tobillo-Brazo (ITB) para descartar enfermedad arterial periférica (EAP).

La segunda parte conformada por un cuadro resumen de la observación de las características termográficas obtenidas por la cámara, repartida según cada zona de interés de estudio antes mencionado, del pie derecho o izquierdo y según el tiempo de la evaluación: Temperatura promedio basal, a los 2 minutos post estrés y a los 5 minutos post estrés y el índice de recuperación a los 2 y 5 minutos (anexo 2).

### **Validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos**

La validez del instrumento fue realizada por un experto especialista en pie diabético y lectura de imágenes térmicas acreditado. (39)

### **3.5 Procedimientos**

Después de firmar el formulario de consentimiento informado, se procede a descubrir los pies de los pacientes para que estos puedan aclimatarse a la temperatura del ambiente mientras tanto se realizó una evaluación integral del paciente, toma de datos y funciones vitales, luego se procede acostar al paciente en la camilla en posición supina y con las piernas descubiertas, estiradas y apoyadas sobre una superficie acolchonada. Luego se procede a realizar la prueba de sensibilidad táctil, y vibratoria para descartar neuropatía diabética. La sensibilidad táctil se realizó con un monofilamento de Semmes-Weinstein de nylon unida a un mango, que al presionar perpendicularmente sobre la piel del paciente ejerce una presión constante de  $10\text{g}/\text{cm}^2$ , y al incurvarse en un tiempo entre  $1-1\frac{1}{2}$ " nos permite hacer la valoración si el paciente detecta o no la presión, este se aplicó a nivel del repliegue ungueal del primer dedo, en la cara plantar a nivel de las cabezas metatarsales 1<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup> y en pulpejo del primer dedo, se considera que la sensación protectora se ha perdido cuando el paciente no es capaz de detectar la presión del filamento, esta prueba tiene una sensibilidad superior al 90% y una especificidad superior al 68% para predecir el riesgo de ulceración en un pie de un paciente diabético. (40)

La prueba de sensibilidad vibratoria se realizó usando el diapasón de 128 Hz percutiendo con la mano contraria y luego colocar su base sobre la articulación inter falángica del primer dedo, esto valúa la sensibilidad del hueso o periostio a los estímulos vibratorios y se asocian a la función de los corpúsculos de Meissner, Merckel, Pacini, Ruffini, y las fibras mielinizadas largas y de grueso calibre. (40)

Para descartar la presencia de enfermedad arterial periférica se realiza el cálculo del índice de tobillo-brazo, ubicando en primer lugar la arteria pedial con la ayuda de un Doppler, sistema de ultrasonidos que permite estudiar el flujo arterial, mediante el registro de la onda del pulso y la determinación de la presión de la misma, se colocó el manguito de presión por encima del tobillo, calculando la presión sistólica del pie. El cálculo del índice tobillo/brazo consiste en el cociente obtenido dividiendo la presión sistólica obtenida, pedia entre la presión sistólica radial, lo que oscila entre 0.9 y 1.3 como valor normal, este tiene una especificidad y sensibilidad 95% y 90 % respectivamente, ideal para realizarse en una consulta médica a nivel primario. (41)

Las pruebas térmicas fueron ejecutadas por un médico especialista en pie diabético y termografía, provocando un estímulo de estrés por frío al sumergir el pie por 1 minuto con agua fría a 20 °C. Cheng et al. (25) en su estudio análisis del enfriamiento de la piel para imágenes infrarrojas dinámicas cuantitativas de lesiones cercanas a la superficie, refiere que temperaturas de 20 °C son adecuadas para alcanzar la profundidad de la lesión en 2 min., el contraste térmico inducido está en el rango de 0,1 a 0,3 °C durante la recuperación térmica, estos contrastes térmicos mejorados por el enfriamiento pueden ser precisos para ser medidos por un sistema de imágenes de infrarrojos correctamente diseñado, considerando las duraciones de enfriamiento entre 5 a 120 s.

Las imágenes de la cara plantar de los pies se obtuvieron utilizando una cámara infrarroja FLIR E60 de sensibilidad térmica de menos 0.1 °C, resolución térmica de 320 x 640 pixeles, en nueve zonas del plantar del pie, la cámara estaba posicionada perpendicular a los pies a 1 metro de distancia las imágenes se

analizaron con el software FLIR ResearchIR Max (FLIR Systems, (versión actual), las imágenes termográficas se adquirieron antes, a los 2 y 5 minutos después de la prueba conductiva de estrés por frío.

Inmediatamente después se realizó la recopilación de datos de las imágenes según los tiempos indicados anteriormente mediciones de temperatura promedio e índice de recuperación basal, a los 2 minutos y a los 5 minutos, post estrés. Fundamentando este proceso en tres etapas: etapa inicial cuando la piel está expuesta a condiciones ambientales normales, la etapa de enfriamiento que es seguida por la térmica etapa de recuperación. Realizado por Cheng T lo valido en EEUU. (36)

El escenario fue la unidad de investigación “Innovaciones pie diabético” de la Clínica Anticona de la ciudad de Trujillo, a quienes se le solicitó el permiso la ejecución del proyecto (anexo 3).

### **3.6 Método de análisis de datos**

Los datos obtenidos fueron recopilados y organizados en un primer paso en una hoja de cálculo del programa de computación Excel y posteriormente se convirtieron a cuadros en SPSS versión 26. Para el análisis de datos y su interpretación se utilizarán medidas de frecuencia relativa para la población de estudio; para las mediciones térmicas serán con medidas de tendencia central; dispersión para variables cuantitativas sobre las características termográficas en el basal, a los 2 minutos, 5 minutos y el cálculo del índice de recuperación, según las 9 zonas anatómicas.

### 3.7 Aspectos éticos

El presente trabajo consideró las normas de la investigación descriptiva, según las Normas éticas en dicha investigación (42), acordados en la Declaración de Helsinki (43). Dentro de los principios considerados como base para esta investigación fueron:

**Autonomía.** Se incluyó solamente a los pacientes que aceptaron participar voluntariamente en el estudio, dándoles a conocer en qué consiste el estudio, firmando el consentimiento informado para esta investigación.

**Confidencialidad.** La información obtenida a través de los instrumentos solo fue conocida por la investigadora y el paciente usada exclusivamente para la investigación académica.

**Beneficencia.** A través de la investigación los pacientes conocieron la situación de sus pies si están sanos o prevenir alguna complicación de la diabetes mellitus tipo 2, como la amputación o muerte. Además, se le entregará un informe médico sobre la salud de la planta de sus pies.

**No-maleficencia.** Esta investigación estuvo catalogada como investigación sin riesgo, para los seres humanos implicados (pacientes). La evaluación médica estuvo conformada por preguntas simples sobre datos demográficos, el examen físico usando instrumentos no dañinos para los nervios y arterias y la fotografía térmica que no causaron daño a la planta del pie, por ser no invasiva.

**Justicia.** Todos los pacientes recibieron el mismo trato, sin discriminación de raza o religión. La evaluación fue sin costo alguno para todo aquel que desea participar en la investigación.

#### IV. RESULTADOS

La presente investigación contó con la participación de 30 pacientes con diabetes mellitus tipo 2, que acudieron a la unidad de Investigación. La recolección de datos se llevó a cabo en forma continua, pero con un bajo número de asistentes en cada evolución, esto debido a la falta de compromiso a las citas y por el miedo a salir de casa debido a la coyuntura por la que estamos atravesando de por la pandemia del COVID-19; a pesar de eso se pudo evaluar a la totalidad de pacientes propuestos dentro de los plazos establecidos en la investigación.

Las personas incluidas en este estudio fueron hombres y mujeres mayores de 18 años, con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2, estables al momento de la evaluación; donde la edad promedio fue de 56.8 años de las cuales el 33.3 % fueron hombres y el 66.7 % mujeres. Así mismo, el 66.7 % cursaba con menos de 10 años de haberse diagnosticado la enfermedad de diabetes mellitus tipo 2 y el 33.3 % tenía más de 10 años de haberla adquirido; sumado a esto el 30% de pacientes presentó neuropatía diabética a la evaluación y 36.7% enfermedad arterial periférica.

Además, juntamente se evaluaron mediciones de las funciones vitales como es la frecuencia cardiaca encontrándose en un promedio de  $82.33 \pm 10$  latidos por minuto; la SpO<sub>2</sub> con un promedio de  $96.63 \pm 1\%$ ; la presión arterial sistólica un promedio de  $144.1 \pm 18.33$  mm Hg y la presión arterial diastólica con  $85.53 \pm 11.12$  mm Hg en promedio (Tabla 1).

Se determinó las características termográficas dinámicas en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 según 9 zonas anatómicas y según el tiempo de evaluación, iniciando con una medición basal, una medición al segundo minuto y al quinto minuto post estrés térmico con frío, así como también el cálculo de la recuperación en porcentaje a los 2 minutos y a los 5 minutos post estrés térmico de los 30 pacientes que acudieron a la unidad de investigación de Trujillo de octubre a diciembre del 2021.

**Para el objetivo específico 1: Identificar las características termográficas dinámica basal térmico en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 según 9 zonas anatómicas, en una unidad de investigación de Trujillo de octubre a diciembre del 2021.**

El promedio de las mediciones de las 9 zonas anatómicas del plantar del pie evaluadas demuestra que en la zona 1 referido al sector plantar hallux presenta una medición termográfica promedio de 29.13 °C en el lado derecho y 28.74 °C en el lado izquierdo. En la zona 2 referido al plantar del arco lateral derecho 28.68 °C y en el lado izquierdo 28.78 °C. En la zona 3 referido al plantar del arco medial derecho 29.69°C y en el lado izquierdo 29.60°C. En la zona 4 referido al plantar del talón del pie derecho 28.47°C y en el lado izquierdo 28.23°C. En la zona 5 referido al plantar del segundo dedo del pie derecho 28.75°C y en el lado izquierdo 28.48°C. En la zona 6 referido al plantar del tercer dedo del pie derecho 28.61°C y en el lado izquierdo 28.16°C. En la zona 7 referido al plantar del cuarto dedo del pie derecho 28.57°C y en el lado izquierdo 28.00°C. En la zona 8 referido al plantar del quinto dedo del pie derecho 28.26°C y en el lado izquierdo 27.79°C. En la zona 9 referido al plantar del metatarsal del lado derecho de 29.12°C y en el lado izquierdo 28.82°C. (Tabla 2).

**Para el objetivo específico 2: Identificar las características termográficas dinámicas a los 2 minutos post estrés térmico con frío, en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 según 9 zonas anatómicas, en una unidad de investigación de Trujillo de octubre a diciembre del 2021.**

En las mediciones termográficas después de 2 minutos de haber sometido al paciente a estrés térmico con frío en 9 zonas anatómicas del plantar del pie encontramos que la zona 1 referido al sector plantar hallux presenta una medición termográfica promedio de 26.33°C en el lado derecho y 26.24°C en el lado izquierdo. En la zona 2 referido al plantar del arco lateral derecho 26.99°C y en el lado izquierdo 27.08°C. En la zona 3 referido al plantar del arco medial derecho 27.53°C y en el lado izquierdo 27.29°C. En la zona 4 referido al plantar del talón del

pie derecho 27.23°C y en el lado izquierdo 27.08°C. En la zona 5 referido al plantar del segundo dedo del pie derecho 24.56°C y en el lado izquierdo 24.37°C. En la zona 6 referido al plantar del tercer dedo del pie derecho 24.55°C y en el lado izquierdo 24.24°C. En la zona 7 referido al plantar del cuarto dedo del pie derecho 24.86°C y en el lado izquierdo 24.32°C. En la zona 8 referido al plantar del quinto dedo del pie derecho 25.13°C y en el lado izquierdo 24.56°C. En la zona 9 referido al plantar del metatarsal del lado derecho de 27.83°C y en el lado izquierdo 27.64°C. (Tabla 3).

**Para el objetivo específico 3: Identificar las características termográficas dinámicas a los 5 minutos post estrés térmico con frío, en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 según 9 zonas anatómicas, en una unidad de investigación de Trujillo de octubre a diciembre del 2021.**

De igual manera se evaluó las mediciones termográficas después de 5 minutos de haber sometido al paciente a estrés térmico con frío en las 9 zonas anatómicas en el cual, la zona 1 referido al sector plantar hallux presenta una medición termográfica promedio de 28.06°C en el lado derecho y 28.09°C en el lado izquierdo. En la zona 2 referido al plantar del arco lateral derecho 28.23°C y en el lado izquierdo 28.41°C. En la zona 3 referido al plantar del arco medial derecho 29.04°C y en el lado izquierdo 28.89°C. En la zona 4 referido al plantar del talón del pie derecho 28.22°C y en el lado izquierdo 28.17°C. En la zona 5 referido al plantar del segundo dedo del pie derecho 26.75°C y en el lado izquierdo 26.67°C. En la zona 6 referido al plantar del tercer dedo del pie derecho 26.55°C y en el lado izquierdo 26.50°C. En la zona 7 referido al plantar del cuarto dedo del pie derecho 26.91°C y en el lado izquierdo 26.62°C. En la zona 8 referido al plantar del quinto dedo del pie derecho 27.12°C y en el lado izquierdo 26.69°C. En la zona 9 referido al plantar del metatarsal del lado derecho de 29.02°C y en el lado izquierdo 29.07°C. (Tabla 4).

**Para el objetivo específico 4: Calcular la recuperación térmica a los 2 minutos post estrés térmico con frío en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 según 9 zonas anatómicas, en una unidad de investigación de Trujillo de octubre a diciembre del 2021.**

La recuperación térmica a los 2 minutos post estrés térmico en la piel plantar tiene un promedio porcentual para la zona 1 del sector plantar hallux de 90.49% en el lado derecho y 91.51% en el lado izquierdo. En la zona 2 referido al plantar del arco lateral derecho un promedio de 94.33% y en el lado izquierdo 94.32%. En la zona 3 referido al plantar del arco medial derecho 92.85% y en el lado izquierdo 92.35%. En la zona 4 referido al plantar del talón del pie derecho 95.78% y en el lado izquierdo 96.03%. En la zona 5 referido al plantar del segundo dedo del pie derecho 85.73% y en el lado izquierdo 85.93%. En la zona 6 referido al plantar del tercer dedo del pie derecho 86.06% y en el lado izquierdo 86.48%. En la zona 7 referido al plantar del cuarto dedo del pie derecho 87.22% y en el lado izquierdo 87.30%. En la zona 8 referido al plantar del quinto dedo del pie derecho 89.08% y en el lado izquierdo 88.68%. En la zona 9 referido al plantar del metatarsal del lado derecho de 95.69% y en el lado izquierdo 96.07%. (Tabla 5).

**Para el objetivo específico 5: Calcular la recuperación térmica a los 5 minutos post estrés térmico con frío en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 según 9 zonas anatómicas, en una unidad de investigación de Trujillo de octubre a diciembre del 2021.**

De igual manera se evaluó el promedio porcentual de recuperación térmica a los 5 minutos post estrés térmico en la piel plantar observándose que en la zona 1 del sector plantar hallux el promedio porcentual de recuperación es de 96.44% en el lado derecho y 97.94% en el lado izquierdo. En la zona 2 referido al plantar del arco lateral derecho un promedio de 98.72% y en el lado izquierdo 99.01%. En la zona 3 referido al plantar del arco medial derecho 98.00% y en el lado izquierdo 97.80%. En la zona 4 referido al plantar del talón del pie derecho 99.37% y en el lado izquierdo 99.97%. En la zona 5 referido al plantar del segundo dedo del pie derecho

93.08% y en el lado izquierdo 93.90%. En la zona 6 referido al plantar del tercer dedo del pie derecho 92.86% y en el lado izquierdo 94.38%. En la zona 7 referido al plantar del cuarto dedo del pie derecho 94.27% y en el lado izquierdo 95.41%. En la zona 8 referido al plantar del quinto dedo del pie derecho 96.04% y en el lado izquierdo 96.30%. En la zona 9 referido al plantar del metatarsal del lado derecho de 99.83% y en el lado izquierdo 101.12%. (Tabla 6).

**Tabla 1. Características generales de pacientes diabéticos sometidos a estrés térmico del plantar del pie. Trujillo, 2021.**

<b>Características</b>	<b><math>\mu</math></b>	<b><math>\sigma</math></b>
Edad	56.83	13.85
Frecuencia cardíaca	82.33	10.07
Saturación de oxígeno	96.63	1.07
Presión sistólica	144.10	18.33
Presión diastólica	85.53	11.12

**Tabla 2. Medición termográfica basal del plantar del pie de pacientes diabéticos según 9 zonas anatómicas.**

<b>Zonas de medición termográfica</b>	<b>Lado derecho (°C)</b>		<b>Lado izquierdo (°C)</b>	
	<b><math>\mu</math></b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b><math>\mu</math></b>	<b><math>\sigma</math></b>
Zona 1 (Hallux)	29.13	2.82	28.74	3.25
Zona 2 (Arco lateral)	28.68	2.91	28.78	2.63
Zona 3 (Arco medial)	29.69	2.32	29.60	2.13
Zona 4 (Talón)	28.47	3.15	28.23	2.83
Zona 5 (2 dedo)	28.75	3.17	28.48	3.46
Zona 6 (3 dedo)	28.61	3.24	28.16	3.51
Zona 7 (4 dedo)	28.57	3.26	28.00	3.51
Zona 8 (5 dedo)	28.26	3.48	27.79	3.55
Zona 9 (Metatarsal)	29.12	2.76	28.82	2.79

**Tabla 3. Medición termográfica a los 2 min. post estrés térmico del plantar del pie de pacientes diabéticos según 9 zonas anatómicas.**

Zonas de medición termográfica	Lado derecho (°C)		Lado izquierdo (°C)	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
Zona 1 (Hallux)	26.33	2.88	26.24	3.22
Zona 2 (Arco lateral)	26.99	2.73	27.08	2.50
Zona 3 (Arco medial)	27.53	2.32	27.29	2.24
Zona 4 (Talón)	27.23	3.11	27.08	2.98
Zona 5 (2 dedo)	24.56	2.78	24.37	3.00
Zona 6 (3 dedo)	24.55	2.94	24.24	2.98
Zona 7 (4 dedo)	24.86	3.01	24.32	3.01
Zona 8 (5 dedo)	25.13	3.43	24.56	3.27
Zona 9 (Metatarsal)	27.83	2.87	27.64	2.94

**Tabla 4. Medición termográfica a los 5 min. post estrés térmico del plantar del pie de pacientes diabéticos según 9 zonas anatómicas.**

Zonas de medición termográfica	Lado derecho (°C)		Lado izquierdo (°C)	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
Zona 1 (Hallux)	28.06	2.98	28.09	3.33
Zona 2 (Arco lateral)	28.23	2.64	28.41	2.20
Zona 3 (Arco medial)	29.04	2.00	28.89	2.03
Zona 4 (Talón)	28.22	3.04	28.17	2.80
Zona 5 (2 dedo)	26.75	3.57	26.67	3.66
Zona 6 (3 dedo)	26.55	3.60	26.50	3.66
Zona 7 (4 dedo)	26.91	3.55	26.62	3.49
Zona 8 (5 dedo)	27.12	3.81	26.69	3.78
Zona 9 (Metatarsal)	29.02	2.64	29.07	2.67

**Tabla 5. Recuperación térmica a los 2 min. post estrés térmico del plantar del pie de pacientes diabéticos según 9 zonas anatómicas.**

Zonas de recuperación térmica	Lado derecho (%)		Lado izquierdo (%)	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
Zona 1 (Hallux)	90.49	6.84	91.51	7.83
Zona 2 (Arco lateral)	94.33	6.53	94.32	7.12
Zona 3 (Arco medial)	92.85	5.85	92.35	6.33
Zona 4 (Talón)	95.78	6.16	96.03	6.58
Zona 5 (2 dedo)	85.73	7.75	85.93	8.37
Zona 6 (3 dedo)	86.06	7.82	86.48	8.30
Zona 7 (4 dedo)	87.22	7.53	87.30	8.88
Zona 8 (5 dedo)	89.08	7.61	88.68	8.38
Zona 9 (Metatarsal)	95.69	6.38	96.07	7.03

**Tabla 6. Recuperación térmica a los 5 min. post estrés térmico del plantar del pie de pacientes diabéticos según 9 zonas anatómicas.**

Zonas de recuperación térmica	Lado derecho (%)		Lado izquierdo (%)	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
Zona 1 (Hallux)	96.44	6.00	97.94	7.20
Zona 2 (Arco lateral)	98.72	6.32	99.01	6.17
Zona 3 (Arco medial)	98.00	4.46	97.80	5.59
Zona 4 (Talón)	99.37	6.17	99.97	6.06
Zona 5 (2 dedo)	93.08	7.13	93.90	8.56
Zona 6 (3 dedo)	92.86	7.11	94.38	8.73
Zona 7 (4 dedo)	94.27	7.03	95.41	8.24
Zona 8 (5 dedo)	96.04	6.88	96.30	8.55
Zona 9 (Metatarsal)	99.83	5.55	101.12	6.50

## V. DISCUSIÓN

El estudio proporcionó una visión basada en termografía dinámica dada por redistribución de la temperatura en zona plantar, post estrés térmico por frío dada a los 2 y 5 minutos. La recuperación térmica a los 2 minutos post estrés térmico adquiere una variabilidad de recuperación importante en las zonas del segundo al quinto dedo del plantar del pie con un porcentaje de recuperación que oscila entre 85% al 89% y a los 5 minutos entre el 93% y 95%, tanto derecho como izquierdo. Seguido por la zona de hallux con una recuperación térmica de 90% a 91% a los 2 minutos y 96% a 97% a los 5 minutos y la zona de mayor recuperación termina post estrés térmico a los 5 minutos fue la zona metatarsal del pie.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Vardasca et al. (15) en el 2019, quien encontró una asimetría térmica en las zonas que corresponden al hallux-metatarsus, en la imagen basal e inmediatamente después del enfriamiento, igual que en la imagen a los 5 minutos después de provocación al frío que corresponde a la zona metatarsal del segundo y tercer dedo. Sin embargo, no hace mención al cuarto y quinto dedo que corresponde a una parte del territorio de la arteria plantar lateral y que es propio de la rama del nervio plantar lateral.

Para Balasubramanian et al. (37) la respuesta del cuerpo frente a un estrés por frío se evidencia con la vasoconstricción en un primer momento seguido de una vasodilatación hiperémica como mecanismo protector que nos ayuda a recuperar el calor perdido, donde interviene los nervios eferentes que median el dolor y la percepción térmica en la piel y el aspecto vasoconstrictor simpático, esto es lo que observamos en los hallazgos de este estudio con respecto a las zonas de mayor recuperación de calor, sin embargo este mecanismo protector se ve afectado en las personas con diabetes con o sin neuropatía, por el incremento de la actividad vascular con la derivación arteriovenosa anormal que empeora con la edad y el tiempo de enfermedad, que se evidencia con las zonas de baja recuperación encontradas en esta investigación correspondientes a las zonas del segundo a quinto dedo del plantar del pie.

Así mismo, Seixas et al. (13) realizó un estudio para analizar la dinámica de la temperatura de la piel plantar de 30 pacientes diabéticos y 30 sanos, usando una cámara infrarroja para analizar la cara plantar de los pies antes inmediatamente después y después de 5 minutos de la prueba conductiva de provocación por frío, donde demostró que el recalentamiento después de los 5 minutos inició en el angiosoma de la arteria plantar media, seguida por el territorio de la arteria calcánea medial, y menor en el angiosoma de la arteria peronea, y el territorio de la arteria plantar lateral fue el último en recalentarse, esto concuerda con nuestros hallazgos porque los angiosomas de la arteria plantar lateral están relacionado con los dedos 2,3,4 y 5 de los pies que tuvieron menor índice de recuperación en la investigación.

Balbinot et al. (18) evaluó la sensibilidad y especificidad de la termografía plantar en el diagnóstico precoz de la neuropatía diabética, utilizando imágenes plantares basales, luego del estrés en frío y minutos después utilizando una cámara infrarroja y pruebas cardíacas, demostrando que la termografía es útil en el diagnóstico temprano de la neuropatía diabética sobre todo en las fibras pequeñas y autonómicas que se asocian comúnmente con una condición subclínica de la enfermedad, esto se relaciona con nuestra investigación ya que a través del estudio se ha podido detectar pacientes con problemas de neuropatía diabética que no se ha podido detectar a través de una prueba de rutina, así mismo, existe la ventaja de poder determinar la zona exacta con este problema como son las zonas de los plantares de los dedos de los pies, como se encontró en esta investigación, porque podemos evaluar las fibras pequeñas aun en etapa de prediabetes, ya que los patrones de comportamiento de recuperación de temperatura reflejan la función de las fibras nerviosas vasomotoras simpáticas.

Boulton et al. (24) nos menciona que la evaluación oportuna de un paciente diabético de manera integral es de suma importancia, sobre todo haciendo uso de la tecnología que nos permite determinar sus principales riesgos y de esta manera evitarlos como son las úlceras de pie diabético, un paciente con síndrome de pie diabético presenta disturbios a nivel neurovascular. Balbinot et al. (18) refiere que la anisotermia interdigital térmica y índice de recuperación térmica es útil para el estudio de la diabetes, particularmente cuando se compara un diabético de larga data, la densidad de fibras nerviosas mediante biopsia de piel y prueba sensible cuantitativa ambos demuestran una baja sensibilidad al calor. Esto nos demuestra que existe afectación de las fibras nerviosas autonómicas a nivel de las zonas con bajo índice de recuperación térmica descubiertas en este estudio.

La termografía ha demostrado a través de este estudio ser una herramienta novedosa para medir los sutiles cambios en la piel debido a su capacidad de medir la temperatura de la piel en tiempo real, esto permite crear un mapa bidimensional de la temperatura de la piel para luego realizar un cálculo de un índice de recalentamiento que nos determina las condiciones neurovasculares y de microcirculación sanguínea basada en principios físicos de registro de movimiento y reducción de sensibilidad y número de eritrocitos dentro de microvasos. (35) Esta prueba ha demostrado ser de mucha utilidad clínica en nuestro trabajo.

Las fortalezas que existen en la presente investigación, son aseverar que se ha podido corroborar que la termografía es un medio de diagnóstico de importancia clínica para este tipo de pacientes diabéticos. Se ha podido cumplir con la meta del estudio, además se contó con la ayuda de profesionales altamente especializados para la evaluación del paciente con termografía y se ha contado con el equipo necesario para la prueba de termografía y con el permiso de la unidad de investigación para la ejecución de la investigación.

Una de las limitaciones para la realización de en este estudio fue estar en medio de una coyuntura de pandemia por el COVID-19, lo cual dificulta el libre traslado de los pacientes de sus hogares, donde permanecen aislados por ser personas de riesgo, hacia el centro de investigación, sumado a esto el medio al contagio y la falta de compromiso para la evaluación termográfica; otra limitación fue no contar con muchos pacientes diabéticos de menos de 10 años de enfermedad que quiera participar en la investigación y además no contar con un software de análisis de imagen termográfica personalizada.

Las implicancias clínicas que genera este estudio es que se debería contar con este medio de diagnóstico en la práctica clínica, ya que ha demostrado ser de gran utilidad para prevenir futuras complicaciones en los pacientes diabéticos. Una prueba de termografía nos permite determinar el grado de daño neurovascular por zona del pie diabético que puede ser la causa de una úlcera o mayores complicaciones, de ahí la importancia de una detección, precoz y tratamiento oportuno.

## VI. CONCLUSIONES

La investigación de tipo descriptivo exploratorio encontró las características termográficas dinámicas post estrés térmico en la piel plantar de pacientes con diabetes mellitus tipo 2, según 9 zonas anatómicas, donde las características basales, de los pacientes fueron entre 28 °C y 29.69°C.

Las mediciones termográficas a los 2 y 5 minutos post estrés térmico fueron menores para las zonas del segundo, tercero, cuarto y quinto dedo y mayores para la zona del arco medial y metatarsal plantar en ambos pies, estas mediciones fueron factibles para poder medir la recuperación.

El grado de recuperación térmica a los dos y cinco minutos post estrés térmico con frío, según los puntos anatómicos estudiados la recuperación fue más rápida en las zonas pertenecientes a metatarsal plantar y al área del talón a comparación área plantar del segundo, tercer y cuarto dedo del pie, con índices de recuperación más lenta.

Estos resultados concuerdan con otros trabajos de investigación previos.

## VII. RECOMENDACIONES

- Ampliación del número de muestra para mejorar la aceptación y reconocimiento del estudio, y una mayor precisión de resultados.
- Segmentación de estudio según patologías del diabético por neuropatía, enfermedad arterial periférica y deformidad, para diferenciar el comportamiento según cada una de ellas.
- Segmentación de la investigación por grupo etario y según el tiempo de enfermedad, para diferenciar los daños a corto y largo plazo y el comportamiento de la enfermedad según cada grupo estudiado.
- Realización de estudios de repetibilidad o concordancia, usando la misma cámara térmica, que permita validar la confiabilidad del sistema de medición que se está usando.

## REFERENCIAS

1. Williams R, Colagiuri S, Almutairi R, Aschner P, Basit A, Beran D, et al. Diabetes atlas. Rev International Diabetes Federation. 2019; (9): 40-50; 78-79.
2. Díaz A. Países con mayor número de adultos con diabetes a nivel mundial en 2019. Statista. 2021; 1-2.
3. Díaz A. Número de muertes por diabetes a nivel mundial en 2019, por región. Statista. 2021; 3-5.
4. Instituto Nacional de Estadística e Informática. El 37,8% de la población de 15 y más años de edad tiene sobrepeso en el año 2019. Nota de prensa. INEI, 2020; 75: 1-2
5. Rodrigo M, Carrillo L. Diabetes mellitus tipo 2 en Perú: una revisión sistemática sobre la prevalencia e incidencia en población general. Rev Perú Med Exp Salud Pública. 2019; 36(1): 26-36.
6. Paez J, Triana J, Ruiz M y Masmela K, Complicaciones crónicas de la diabetes mellitus: visión práctica para el médico de atención primaria. Revista cuarzo. 2016; 22(1):13-14.
7. Asociación Latinoamericana de Diabetes. Guías ALAD sobre el diagnóstico, control y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 con medicina basada en evidencia. Revista ALAD. 2019; 7-17.
8. Organización Panamericana de la Salud. Diagnóstico y manejo de la diabetes de tipo 2. Washington, D.C.: OPS. 2020; 12-38.
9. Mennes O, Netten J, Slart R y Steenbergen W. Novel optical techniques for imaging microcirculation in the diabetic foot. Current pharmaceutical design. 2018; 24(1): 1-11.
10. Magalhaes C, Vardasca R, Mendes J. Recent use of medical infrared thermography in skin neoplasms. Skin Res Technol. 2018; 24(4): 587-591.
11. Barret E, Liu Z, Khamaisi M, King G, Klein R, Klein B, et al. Diabetic microvascular disease: An endocrine society scientific statement. Rev J Clin Endocrinol Metab. 2017; 102 (12): 43-44.
12. Serantoni V, Jourdan F, Louche H y Sultan A. Perfusion and thermal conductivity parameter extraction, from thermal imaging, for the quantification of the diabetic foot disease. Rev QIRT. 2020; 63: 1-2.

13. Seixas A, Azevedo J, Ammer K, Carvalho R, Vilas-Boas J, Mendes J y et al. Dynamics of plantar foot temperature after conductive cold provocation in diabetic patients and healthy controls. Rev QIRT. 2020; 15: 1-5.
14. Dante D, Cabrejo J, y Benites S. Predictive diagnosis of peripheral neuropathy and foot deformity in diabetics using plantar thermographic imaging. Rev QIRT. 2020; 15: 1-5.
15. Vardasca R, Magalhaes C, Seixas A, Carvalho R y Mendez J. Diabetic foot monitoring using dynamic thermography and AI classifiers. Rev QIRT. 2019; 27: 1-5.
16. Rodríguez D, Mercedes F. Termografía clínica en el diagnóstico de neuropatía periférica diabética: un estudio transversal. UCV- Scientia. 2017; 9(1): 1-26.
17. Balbinot L, Ph D, Robinson C, Achaval M, et al. Repeatability of infrared plantar thermography in diabetes patients: a pilot study. J Diabetes sci technol 2013; 7(5): 1130-1137.
18. Balbinot LF, Canani LH, Robinson CC, Achaval M, Zaro MA. Plantar thermography is useful in the early diagnosis of diabetic neuropathy. Clinics. 2012; 67(12): 1419-1425.
19. Fealey RD. Thermoregulation in neuropathies. Handbook of Clinical Neurology. 2018; 157(3): 777-787.
20. Diaz RJ. Aspectos clínicos y fisiopatológicos del pie diabético. Med Int Méx. 2021; 37(4): 540-550.
21. Norheim A, Borud E, Wilsgaard T, De Weerd L, Mercer J. Variability in peripheral rewarming after cold stress among 255 healthy. Norwegian army conscripts assessed by dynamic infrared thermography. Rev international journal of circumpolar health. 2018; 77: 1-10.
22. Gil-Casares LP. Estudios biomecánicos de las articulaciones humanas mediante modelos foto-elásticos 2D y la técnica de congelación de tensiones. Universidad Politécnica de Madrid. 2019: 86-95.
23. Viadé J. Experto en cuidados y tratamiento del paciente con pie diabético. Descripción, patología y prevención. Editorial médica panamericana. 2019; 1: 4-19.

24. Fachin L, Cabral C, Achaval M, Antônio M, Leal M. Repeatability of infrared plantar thermography in diabetes patients: a pilot study. *Rev Journal of Diabetes Science and Technology*. 2013; 7(5): 1130-1137.
25. Aguilar SM, Maldonado GY. Factores determinantes en las complicaciones de diabetes mellitus tipo 2 (DM2) en adultos y adultos mayores atendidos en el centro de atención primaria (CAP) III Es Salud – El Agustino, 2016. Universidad Peruana Unión. 2018; 1-16.
26. Issa C, Carro G, Saurral R, Méndez E, Dituro C, Vilte J, et al. Estudio de factores de riesgo para el desarrollo de pie diabético: Campaña 1N. *Revista de la Sociedad Argentina de diabetes*. 2021; 55(1): 1-9.
27. Pop-Busui R, Boulton AJM, Feldman EL, Bril V, Freeman R, Malik RA, et al. Diabetic neuropathy: a position statement by the American diabetes association. *diabetes care*. 2017; 40: 136-54.
28. Escaño-Polanco FM, Odriozola A, Davidson J, Pedrosa H, Fuente G, Márquez G, et al. Consenso de expertos para el manejo de la neuropatía diabética. *Rev Alad*. 2016; 6: 121-50.
29. Souza PL, Pedrosa HC, Braver J, Schmid H, Calsolari M, Odriozola A, et al. Neuropatía diabética. *Rev Alad*. 2019; 9: 72-91.
30. Aboyans V, Ricco JB, Bartelink MLEL, Björck M, Brodmann M, Cohnert T, et al. Guía ESC 2017 sobre el diagnóstico y tratamiento de la enfermedad arterial periférica, desarrollada en colaboración con la European society for vascular surgery. *Revista Española de Cardiología*. 2018; 71(2): 1-69.
31. Cosentino F, Grant PJ, Aboyans V, Bailey CJ, Ceriello A, Delgado V, et al. Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the European Association for the study of diabetes. *Eur Heart J*. 2020; 41(2): 255-323.
32. Álvarez PM, Triana M, Rodríguez VL, Ramos ML, Arpajón PY. Pesquisa de enfermedad arterial periférica de miembros inferiores en personas mayores de 50 años. *Revista cubana de angiología y cirugía vascular*. 2021; 22(1): 1-14.
33. Braver J, Bilicich S, Ferreyra M, Gnocchi A, Lamura R, Núñez E, et al. Concepto de angiosoma y su implicancia en el pie diabético. *Revista de la Sociedad Argentina de Diabetes*. 2014; 48 (2): 39–48

34. Lahiri BB, Bagavathiappan S, Philip J. Infrared thermal imaging-based study of localized cold stress-induced thermoregulation in lower limbs: The role of age on the inversion time. *Journal of Thermal Biology*. 2020; 94: 1-15.
35. Neubauer J, Hoffmann M, Wielicka M, Piec K, Kozera G, Brzeziński M Et al. Current methods for the assessment of skin microcirculation: Part 1. *Rev Dermatol Allergol*. 2019; 36(3): 247-254.
36. Cheng T, Herman C. Analysis of skin cooling for quantitative dynamic infrared imaging of near-surface lesions. *International Journal of Thermal Sciences*. 2014; 86: 175-188.
37. Balasubramanian G, Vas P, Chockalingam N, Naemi R. A synoptic overview of neurovascular interactions in the foot. *Rev Front. Endocrinol*. 2019; 11(308):1-11.
38. Jasti N, Bista S, Bhargav H, Sinha S, Gupta S, Chaturvedi S, et al. Medical applications of infrared thermography a narrative review. *Rev Journal of Stem Cells*. 2019; 4:1.
39. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación Tecnológica. Hoja de vida afines a ciencia y tecnología: Rodríguez Alonso Dante Horacio. Concytec, 2021.
40. Prevenkit. Protocolo de actuación para el diagnóstico de la neuropatía diabética en extremidades inferiores. Kit auxiliar al diagnóstico del pie neuropático. Edit. Braun. Sharing expertise. 2020; 1-7
41. Pande RL, Creager MA. Peripheral arterial disease. *Hematology: Basic principles and practice*. 7th ed. Barcelona: Elsevier; 2018
42. Ortiz P, Perales A, Mendoza A, Molero D. Código de ética y deontología. *Rev CMP*. 2019: 7-8.
43. Asociación Médica Mundial. Declaración de la AMM sobre las consideraciones éticas de las bases de datos de salud y los biobancos revisada por la 67<sup>a</sup> Asamblea general de la AMM. *Rev AMM*. 2017; 1-3.

## ANEXOS

### ANEXO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala
V.1: Características de termografía infrarroja	Rasgos identificados a través de un método de imagen de radiación electromagnética instantánea en tiempo real, preciso y no invasivo (17), al evaluar la temperatura de la piel plantar del pie puede detectar la presencia de alteración neurovascular del pie en la zona evaluada. (27)	Características termográficas dinámicas en la piel plantar del pie de cada paciente diabético, basados en la temperatura promedio de 9 zonas y usando el software FLIR TOOL: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basal:</li> <li>• Post estrés térmico al frío: A los 2 min. A los 5 min.</li> <li>• Recuperación térmica: A los 2 min. A los 5 min. (14)</li> </ul>	Temp. Promedio en C° de cada pie y cada zona  Recuperación térmica (temp. promedio post estrés según minuto/ temp. promedio basal x 100 %): Al 2 y 5:	De intervalo
V.2. Prueba de estrés térmico	Permite evaluar la microcirculación con relación a los cambios térmicos, el aspecto vasoconstrictor eferente simpático y nervios aferentes que median el dolor en la piel. (26) las condiciones de la microcirculación sanguínea se basan en principios físicos de registro de movimiento y definición reducción del número de eritrocitos dentro de microvasos. (24)	Aplicación de estrés térmico por 1 minuto a sujetos diabéticos con agua helada sumergida a no menos de 20°C. (24)	- Si - No	Nominal

## ANEXO 2:

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Características termográficas dinámicas post estrés térmico del plantar del pie en pacientes diabéticos – U. I. “Innovaciones pie diabético”. Clínica Anticona-Trujillo.

2021

#### 1. DATOS GENERALES:

FILIACIÓN:

- NOMBRE:
- CÓDIGO DE REGISTRO:
- DNI:

DATOS DEMOGRÁFICOS:

- EDAD:
- SEXO:
- PROCEDENCIA:
- TIEMPO DE ENF.: <10 AÑOS ( ) >10 AÑOS ( )

FC:

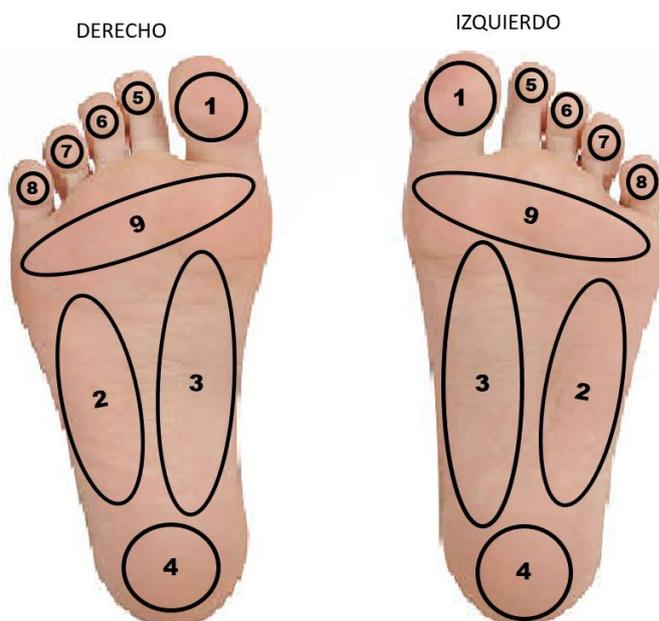
Sat.O2:

P/Ab:

#### 2. IMÁGENES TERMOGRÁFICAS PLANTAR:

IMAGEN	BASAL	2 MINUTOS POST ESTRÉS TÉRMICO	5 MINUTOS POST ESTRÉS TÉRMICO
CÓDIGO			

#### 3. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DEL PLANTAR DEL PIE



**NPD** ( ): ST: ( N ) (ALT)

**SV**: ( N ) (ALT)

**EAP** ( ): P/At:

**ITB(PAS<sub>T</sub>/PAS<sub>B</sub>)**: ..... ( N ) (ALT)

4. CARACTERÍSTICAS TERMOGRÁFICAS DE LA ZONA PLANTAR DEL PIE EN TIEMPO REAL.

		BASAL	2 MINUTOS post estrés		5 MINUTOS post estrés	
		TEMPERATURA PROMEDIO (°C)	TEMPERATURA PROMEDIO(°C)	INDICE DE RECUPERACION (%)	TEMPERATURA PROMEDIO(°C)	INDICE DE RECUPERACION (%)
ZONA 1	DERECHO					
	IZQUIERDO					
ZONA 2	DERECHO					
	IZQUIERDO					
ZONA 3	DERECHO					
	IZQUIERDO					
ZONA 4	DERECHO					
	IZQUIERDO					
ZONA 5	DERECHO					
	IZQUIERDO					
ZONA 6	DERECHO					
	IZQUIERDO					
ZONA 7	DERECHO					
	IZQUIERDO					
ZONA 8	DERECHO					
	IZQUIERDO					
ZONA 9	DERECHO					
	IZQUIERDO					

**ANEXO 3: SOLICITUD PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTO EN LA U. I.  
“INNOVACIONES PIE DIABÉTICO” DE LA CLÍNICA ANTÍCONA –TRUJILLO**

**SOLICITO:** Autorización para ejecución de proyecto de investigación

**INNOVACIONES PIE DIABÉTICO SAC.  
SR. GERENTE ADMINISTRATIVO**

Yo, Jenny Carmona Sandoval, identificada con Documento de Identidad N° 44779181 con Domicilio en Urb. El Paraíso Mz. S. Lt. 6-B. alumna del 7mo. Año de la Facultad de Medicina de la Universidad Cesar Vallejo, me es grato dirigirme a ud. para saludarla cordialmente, y manifestarle:

Que después de haber culminado mi proyecto de tesis titulado: “Características termográficas dinámicas post estrés térmico del plantar del pie en pacientes diabéticos, en una unidad de investigación, Trujillo 2021”, y como asesor el Dr. Dante Horacio Rodríguez Alonso solicito a su digno cargo me autorice usar sus instalaciones para la ejecución de este proyecto de investigación, cuya finalidad es estrictamente científica.

**POR LO EXPUESTO:**  
Pido a Ud. Me autorice acceder a lo solicitado

Trujillo, 30 de mayo 2021

Atentamente,

FIRMA

  
\_\_\_\_\_  
Jenny Carmona Sandoval  
DNI: 44779181

## ANEXO 4: CONSENTIMIENTO INFORMADO

### 1. DATOS GENERALES:

Nombre:

Domicilio:

DNI:

### 2. LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA:

El estudio será realizado en una clínica localizada en la ciudad de Trujillo que será el apoyo para la ejecución de la tesis de la alumna Jenny Carmona Sandoval asesorada por el Dr. Dante Rodríguez Alonso de la Universidad Cesar Vallejo. La investigación es una evaluación para observar si tienen buena circulación en la planta de los pies en 5 zonas anatómicas de sujetos diabéticos de 18 años a más que acuden a la consulta médica privada de la ciudad del Norte del Perú desde octubre a diciembre del 2021. La evaluación médica está conformada por preguntas simples sobre datos demográficos y el examen físico usando instrumentos no dañinos para los nervios y arterias. La buena circulación de la planta de los pies será evaluada usando una cámara fotográfica especial que puede ver el calor en la piel realizado por un médico especialista en pie diabético. Un informe médico sobre la salud de la planta de sus pies se entregará al final de la evaluación.

### 3. EL BENEFICIO, RIESGO y COSTO:

**BENEFICIO:** Usted puede conocer la situación de sus pies si están sanos o prevenir alguna complicación como la amputación o muerte.

**RIESGO:** La fotografía no causa daño a la planta del pie. El sumergir el pie puesta una bolsa en agua a 20 °C por 2 minutos solo causa leve estrés por frío que luego se desvanecerá a los pocos minutos.

**COSTO:** Usted será evaluado gratuitamente desde su ingreso al consultorio hasta la entrega del informe médico.

### 4. LIBERTAD Y CONFIDENCIALIDAD

**LIBERTAD:** Usted tiene la elección de participar o retirarse de la investigación.

**CONFIDENCIALIDAD:** Esta investigación protegerá su nombre y resultados.

### 5. CONTACTO:

La comunicación para alguna duda o consulta será con: Carmona Sandoval Jenny, al número 930257678 en la ciudad de Trujillo.

6. LUGAR Y FECHA: Trujillo.....de.....del 2021

7. DNI, FIRMA O HUELLA DIGITAL:

\_\_\_\_\_ DNI:

