



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
UNIDAD DE POSTGRADO

HEMOGLOBINA GLUCOSILADA E INSUFICIENCIA ARTERIAL DE
MIEMBROS INFERIORES POR ECOGRAFÍA
DOPPLER EN DIABETES MELLITUS TIPO 2
HOSPITAL NACIONAL SERGIO BERNALES 2021-2022

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PARA OPTAR
EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN RADIOLOGÍA

PRESENTADO POR
CARLOS FERNANDO ARANA MOYANO

ASESOR
MTRA. ROSA ANGÉLICA GARCIA LARA

LIMA, PERÚ
2021



**Reconocimiento - No comercial - Compartir igual
CC BY-NC-SA**

El autor permite entremezclar, ajustar y construir a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
UNIDAD DE POSGRADO**

**HEMOGLOBINA GLUCOSILADA E INSUFICIENCIA ARTERIAL
DE MIEMBROS INFERIORES POR ECOGRAFÍA
DOPPLER EN DIABETES MELLITUS TIPO 2
HOSPITAL NACIONAL SERGIO BERNALES 2021-2022**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**PARA OPTAR
EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN RADIOLOGÍA**

**PRESENTADO POR
CARLOS FERNANDO ARANA MOYANO**

**ASESOR
MTRA. ROSA ANGÉLICA GARCIA LARA**

**LIMA, PERÚ
2021**

ÍNDICE

	Págs.
Portada	i
Índice	ii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Formulación del problema	3
1.3 Objetivos	3
1.4 Justificación	3
1.5 Viabilidad y factibilidad	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes	5
2.2 Bases teóricas	8
2.3 Definición de términos básicos	15
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES	
3.1 Formulación de la hipótesis	16
3.2 Variables y su operacionalización	16
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	
4.1 Tipos y diseño	17
4.2 Diseño muestral	17
4.3 Técnicas y procedimiento de recolección de datos	18
4.4 Procesamiento y análisis de datos	18
4.5 Aspectos éticos	19
CRONOGRAMA	20
PRESUPUESTO	21
FUENTES DE INFORMACIÓN	22
ANEXOS	
1. Matriz de consistencia	
2. Instrumento de recolección de datos	
3. Consentimiento informado	

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La diabetes *mellitus* es una enfermedad endocrinológica crónica que afecta a gran parte de la población mundial. Según los datos de la OMS, existen 422 millones de personas hasta 2014 que padecen esta enfermedad y su prevalencia va en aumento. Se espera llegar a los 552 millones en 2030. Los profesionales en salud e investigadores han desarrollado varios métodos y criterios de diagnóstico para esta enfermedad, que se han ido modificando con el transcurso del tiempo; uno de los métodos diagnósticos y de control para esta patología es el dosaje de hemoglobina glucosilada; este es un examen importante al demostrar que existe un riesgo de incrementar en un 25% el desarrollo de una insuficiencia arterial o enfermedad arterial periférica por cada aumento de 1% de la hemoglobina glucosilada ^(1, 2, 3).

Esta enfermedad está clasificada en varios tipos, que se diferencian en su fisiopatología; la tipo 2 es la más frecuente, pero todas en su evolución desarrollarán complicaciones, del tipo micro vascular y macro vascular que comprometerá y dañará a varios órganos según va avanzando esta enfermedad, en la que la retinopatía, nefropatía, neuropatía periférica y el pie diabético están dentro de las micro vasculares y la enfermedad cerebro vascular, coronaria y vascular periférica se incluyen dentro de las macro vasculares, donde existe un compromiso frecuente de las arterias tibiales. El pie diabético es una complicación de la diabetes que se maneja en un porcentaje del 15% - 20% y de este porcentaje pueden llegar a ser amputados un 5 – 24 % a nivel mundial; en EE. UU. , existe una prevalencia de amputación del 8%, pero el 20 % de pacientes que son amputados por presentar un cuadro de isquemia u oclusión severa, fallecerá en el transcurso de seis meses por cualquier complicación ^(2, 4).

En el Perú, la diabetes es una enfermedad que se ha incrementado; datos publicados por el Ministerio de Salud señalan que 3.9 de cada 100 peruanos, mayores de 15 años padecen de diabetes, además que, en una encuesta demográfica y de salud familiar (ENDES 2019), se encontró una prevalencia de diabetes del 3.9%, comparándola con la encuesta ENDES 2015 donde se

encontró una prevalencia del 2.9%, se demuestra el incremento de la misma, siendo los valores más altos en población urbana. La complicación de pie diabético, según la Sociedad Peruana de Endocrinología, es de un 20%, de los cuales el 50% llega a la amputación como consecuencia de la neuropatía periférica e insuficiencia arterial periférica motivo por el cual se requieren tomar medidas de preventivas y de control para la disminución de la misma ^(5, 6, 7).

Actualmente, con las medidas de prevención y controles, se busca disminuir las complicaciones de la diabetes tipo 2. En nuestro hospital, el porcentaje de pie diabético llega a un 30% y llega a la amputación en el 50% de estos casos. Esto se debe a que varios de ellos son de bajos recursos que se descuidan en su medicación y controles, además que la evolución del pie diabético inicia con la neuropatía periférica y una disminución del calibre arterial que se puede asociar a una ulceración e infección de los tejidos blandos, que llega hasta la osteomielitis. Se ve, en muchos casos, llegar a la amputación del pie o pierna, de acuerdo al grado de avance de la insuficiencia arterial, lo que llega a afectar la calidad de vida en este tipo de pacientes.

Para llegar a la amputación, uno de los criterios en que se basan los médicos cirujanos o traumatólogos es la flujometría arterial por ecografía doppler, donde se determina la permeabilidad y el grado de insuficiencia arterial en el miembro inferior afectado. Otro de los parámetros usados es la escala clínica de Wagner, que, al ser de un fácil manejo, sirve para el seguimiento clínico de la evolución en estos pacientes.

Al ser la insuficiencia arterial una de las causas del desarrollo del pie diabético, es necesario controlarla en este tipo de pacientes para que la evolución de la misma sea lo más lenta posible, asociado a las medidas preventivas y de control que el paciente debería de cumplir. Lamentablemente, muchos de estos pacientes no cumplen con las indicaciones del caso, por lo que es necesario evaluar la flujometría arterial de los miembros inferiores y con controles de hemoglobina glucosilada y establecer su grado de asociación para un mejor registro de la evolución del mismo.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el grado de asociación entre la hemoglobina glucosilada y la insuficiencia arterial de miembros inferiores por ecografía doppler en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en el Hospital Nacional Sergio Bernales 2021-2022?

1.3 Objetivos

General

Determinar el grado de asociación entre los valores de hemoglobina glucosilada e insuficiencia arterial por ecografía doppler en los Miembros inferiores de los pacientes con diabetes *mellitus* tipo 2 en el Hospital Nacional Sergio Bernales, durante el 2021-2022.

Específicos

Establecer que valores de hemoglobina glucosilada son los más frecuentes durante el estudio.

Determinar el grado de estenosis más frecuente a nivel de las arterias pedias.

Establecer que arterias se ven más afectadas primariamente.

Asociar el grado de estenosis por flujometría doppler con la escala de Wagner del pie diabético

Determinar los factores de riesgo en pacientes que sufren amputación.

Comparar que tratamiento y medidas preventivas pueden alterar la flujometría doppler en los pacientes diabéticos tipo 2.

1.4 Justificación

Los pacientes diabéticos que no se controlan adecuadamente presentan consecuencias graves para la salud del mismo y un impacto negativo en los costos de vida del paciente. Dentro de estas consecuencias que tienen está la neuropatía periférica e insuficiencia arterial que conllevan a la ulceración e infección del pie

hasta la amputación del mismo en caso no se controlara adecuadamente. En el Perú las cifras de complicación de diabetes por pie diabético son menores que las registradas en el hospital Sergio Bernales. Por ello, es necesario realizar este estudio para asociar los flujos arteriales por medio de la ecografía doppler y los valores de hemoglobina glucosilada que el paciente realiza en sus controles, usando la escala de Wagner se podría asociar si la evolución de esta complicación está siendo controlada o no, en estos pacientes, y se está realizando las medidas correctivas que ameriten, además, que este estudio podría ayudar a establecer que medicación previene más el desarrollo de estenosis e insuficiencia arterial de los miembros inferiores.

1.5 Viabilidad y factibilidad

El estudio es viable, porque, al ser un estudio que no se ha realizado en el hospital y es de interés para los departamentos de Endocrinología y Radiología, se cuenta con la autorización de la unidad de Docencia del Hospital Nacional Sergio Bernales.

Es factible desarrollarlo en el tiempo requerido, pues el departamento de Radiología tiene el recurso humano, de ecografía, de cómputo y presupuesto requerido para el desarrollo del mismo. Este estudio no presenta complicaciones éticas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En 2015, Mantilla T et al. realizaron un estudio en Cuba, cuyo objetivo fue determinar el comportamiento de la hemoglobina glucosilada en pacientes diabéticos tipo 2 con macroangiopatía diabética. El tipo fue descriptivo, retrospectivo, transversal en 100 pacientes diabéticos tipo 2 con presencia de variables, los que se compararon con 20 pacientes sanos. Dentro de los resultados, se hallaron valores de hemoglobina glucosilada significativamente superiores ($p < 0.05$) en los pacientes diagnosticados con diabetes comparados con el grupo de sanos, donde los mayores valores se presentaron en los pacientes con oclusión. Este trabajo clasificó la macroangiopatía diabética en cuatro tipos, desde el normal hasta la oclusión arterial; se determinó que las variables influyen y que existe relación entre los valores elevados de hemoglobina glucosilada en 8.6 y presencia de la macroangiopatía diabética ⁽⁸⁾.

Jolanta L et al. desarrollaron un trabajo en Polonia, en 2014, cuyo objetivo era estimar y comparar los parámetros hemodinámicos y morfológicos en dos grupos de pacientes, diabéticos y sanos por medio de examen ecográfico doppler. Dentro de las variables utilizadas, una de ellas fue la hemoglobina glucosilada que solo se midió en los pacientes diabéticos; se realizaron mediciones de las arterias dorsales y tibiales posteriores de ambos miembros inferiores, donde se determinó que existe alteración del Índice de pulsatilidad de la arteria dorsal en los pacientes que sufrieron cambios tróficos de la piel en comparación con los que no tenían cambios, con un valor de $p = 0.012$; además de cambios en el flujo, se presentó la flujo monofásico cuatro mediciones arteriales en el grupo de diabéticos contra ninguna del grupo de sanos. El estudio concluyó que existe incremento de los diámetros de las arterias medidas en los pacientes diabéticos comparados con los del grupo control, además que el aumento de la hemoglobina glucosilada se asocia con el aumento de la resistencia del flujo, sugiriendo cambios que se producen en las paredes de los vasos ⁽⁹⁾.

Entre 2007 y 2008, Shaheen R y Sohail S realizaron una investigación de corte transversal en Pakistán en el hospital civil de Karachi, en 100 pacientes diabéticos

(tipos 1 y 2) con las variables: hipertensión arterial , hemoglobina glucosilada y enfermedad coronaria, cuyo objetivo era determinar patrones de frecuencia, nivel y flujo de la insuficiencia arterial de MMII en pacientes diabéticos.

Se determinó que la extremidad derecha era la más afectada, siendo la arteria dorsal pedia el sitio más frecuente de estenosis ($p < 0.001$); se observó la presencia de flujo bifásico e insuficiencia moderada en la mayoría de casos, con una evolución media en el tiempo de la insuficiencia arterial de 9 años ⁽¹⁰⁾.

Paul Martin et al. desarrollaron un estudio de un año, desde 2013 hasta 2014 de similares características en Guayaquil, Ecuador, donde se buscaba comparar la enfermedad arterial periférica con la escala de Fontaine, para lo cual se usó la ecografía doppler, en un grupo de 100 pacientes; se encontró que el mayor porcentaje (44%) presentó una escala de Fontaine I/II A, pero un porcentaje no depreciable (20%), una escala de IV; se llegó a demostrar que existe correlación entre estas dos medidas ⁽¹¹⁾.

Pérez et al. elaboraron en Colombia, entre 2009 y 2012, una investigación relacionada a la hemoglobina glucosilada y su relación con un primer infarto de miocardio agudo y afectación de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo, en pacientes con diabetes tipo 2 en el hospital militar. En este estudio observacional de 36 pacientes, se determinó que con valores mayores de hemoglobina glucosilada, se presenta una disminución por debajo del 50% de la fracción de eyección, siendo estadísticamente significativa con un valor de $p = 0.019$. Se concluyó que hay una predisposición estadísticamente significativa cuando los valores de hemoglobina glucosilada mayores de 8.5% entre los pacientes diabéticos tipo 2 y su primer infarto de miocardio agudo con afectación de la fracción de eyección ventricular, pero es necesario una muestra más grande para establecer un punto de corte más exacto ⁽¹²⁾.

Muraira L y Barrios M realizaron, en México, durante los meses de octubre y noviembre de 2014, una investigación transversal, prospectiva en pacientes diabéticos con el objetivo de determinar si existía alteración del índice de resistencia (IR) de las arterias renales por efecto de una de estas variables (hemoglobina glucosilada, micro albuminaria y tiempo de evolución de 10 años)

en una muestra de 63 pacientes. Se determinó la asociación con la razón de momios.

De los 32 pacientes que tuvieron hemoglobina glucosilada mayor a 7, el 60.7% presentó un Índice de resistencia mayor a 0.7, mientras que los que tuvieron un valor menor a 7, (42.8%) presentaron un índice de resistencia menor de 0.7, sin encontrarse una correlación estadísticamente significativa ($p > 0.05$). Este estudio concluyó que la alteración de las arterias lobaras renales era producto del tiempo de evolución y la micro albuminuria ⁽¹³⁾.

En el Perú, Torres A et al. realizaron una investigación transversal durante tres años, desde 2006 a 2008 en el Hospital Nacional Dos de Mayo, donde 166 pacientes diabéticos fueron internados por complicaciones en el pie, siendo el 98% de tipo 2, 41 pacientes ya contaban con antecedente de ulcera en el pie, siendo el 70% de estos con tratamiento quirúrgico. Otro dato de interés es que, en este estudio, se empleó la clasificación de Wagner y se encontró que 100 pacientes (60.2%) presentaban un grado cuatro de su escala, la cual es considerada la complicación más frecuente en el grupo de los pacientes hospitalizados.

Dentro de las causas de pie diabético, se determinó que la neuropatía estaba presente en 158 pacientes mientras que la insuficiencia arterial periférica en miembros inferiores solo estuvo presente en 83 pacientes ⁽¹⁴⁾.

Entre enero de 2007 a diciembre de 2008, Vidal G realizó un trabajo de tipo de casos y controles en el Hospital Nacional Alberto Sabogal del Callao, en el que 45 fueron los casos de pie diabético con amputación durante la hospitalización y 46 los controles de pie diabético sin amputación durante la hospitalización, del total de casos, sufrieron amputación el 49.5%. Según la escala de Wagner de los comparados con los controles, que eran 46, el 41.3% (19) se encontraron en la escala tres; estos datos tuvieron una asociación significativa de $p = 0.01$ entre el grado de lesión y amputación.

Una de las variables fue el nivel de ausencia de pulso en las arterias de miembros inferiores asociados con nivel de amputación, donde la ausencia de pulso de la arteria tibial posterior y pedia fue la más frecuente en un 73% en los casos y en los controles ningún pulso ausente represento el 60.9%.

Se hizo un análisis de correlación de Pearson con un valor de $p < 0.001$ siendo estadísticamente significativo que a mayor nivel con ausencia de pulso, mayor riesgo de amputación ⁽¹⁵⁾.

Durante los años 1990 hasta 2000, Escalante D realizó un estudio descriptivo en la región norte del Perú, de 625 historias, solo 250 sufrieron amputación por pie diabético, siendo la ulcera la lesión inicial más frecuente con un valor de $p < 0.05$, pero las pruebas realizadas para llegar al nivel de amputación eran insuficientes; el examen radiográfico y el examen clínico son los parámetros más usados, pero casi no se usó la escala de Wagner, motivo por el cual se realizaron reamputaciones y amputaciones nuevas ⁽¹⁶⁾.

2.2 Bases teóricas

Diabetes mellitus

Es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por la hiperglucemia, producto de la alteración en la insulina, que puede ser, debido a una de las siguientes causas:

- a. Producción insuficiente de la insulina (por destrucción de las células beta del páncreas)
- b. Por defecto de acción de la insulina
- c. Por una secreción excesiva de glucagón.

Por este motivo, esta enfermedad evoluciona produce complicaciones en el organismo, y son: la retina, el cerebro, el riñón, el corazón, el sistema arterial (macro y micro vascular) las estructuras más afectadas. La diabetes se ha clasificado en varios tipos:

1. Diabetes *mellitus* tipo 1.- se desarrolla por la destrucción parcial o total de las células beta del páncreas. puede ser de origen autoinmune (1A) o idiopática (1B). puede afectar entre 5 al 10% de la población.
2. Diabetes *mellitus* tipo 2.- se desarrolla por defecto de la insulina o un aumento de la resistencia de su acción asociados a una disminución progresiva de la insulina. Representa el 90 – 95% de los casos de diabetes
3. Diabetes gestacional. - se desarrolla durante la gestación, con el incremento de los valores de la glucemia, pero por debajo de los valores diagnósticos. Este tipo de diabetes puede desarrollar con el tiempo DM tipo 2.
4. Otros tipos: se incluyen aquí las ocasionadas a otras enfermedades del páncreas, genéticas o por medicamentos ^(17, 18, 19).

Cuadro clínico de la diabetes *mellitus*

En la DM tipo 2 Los signos y síntomas dependerán de la etapa de la enfermedad en el momento del diagnóstico. Están los:

- a) Asintomáticos. - que no presentan los síntomas característicos, con una duración que puede variar de 4 a 13 años.
- b) Sintomáticos. - que presentan los síntomas frecuentes como la Poliuria, Polifagia, Polidipsia y Pérdida de Peso. Las Famosas 4 P de la sintomatología de la Diabetes. Estos síntomas pueden variar según el tipo de complicaciones que desarrolle el paciente, como calambres, hormigueos, dolor tipo quemazón o electricidad en miembros inferiores (asociado a neuropatía) o dolor en pantorrilla en caso de alteración de la vascularidad arterial ⁽¹⁸⁾.

Diagnóstico de diabetes *mellitus*

La diabetes se puede diagnosticar basándose en exámenes de sangre, dividiéndose en:

- a. Examen de glucosa en plasma aleatorizado o al azar, donde el paciente puede estar en ayuno o haber ingerido alimentos recientemente, donde un resultado de glucosa en plasma sea igual o mayor de 200 (mg/dl) indica que puede tener diabetes. Para confirmar el diagnóstico es necesario complementar con otros exámenes mencionados.

b. Examen de glucosa de plasma en ayunas, donde el paciente permanece en ayunas por lo menos 8 horas. Los valores de glucosa en plasma en ayunas deben de estar entre 60 y 99 mg/dl. La diabetes se confirma cuando dos análisis separados de glucosa en ayunas presenten valores de 126 mg/dl o mayores a este.

c. Examen de tolerancia oral a la glucosa, donde el paciente estará en ayunas durante 8 horas y luego ingiere 75 gramos de glucosa. Se le extrae sangre antes de ingerir la glucosa y 2 horas después. Durante este periodo, el paciente no puede ingerir alimentos. Los niveles de glucosa en plasma en ayunas deben ser menores de 100 mg/dl. Los valores entre 100mg/dl hasta 126 mg/dl son un diagnóstico de prediabetes. Los niveles de glucosa en plasma en ayunas iguales o superiores a 126 mg/dl son un diagnóstico de diabetes. Dos horas después de ingerir la glucosa, los valores normales deben de ser menores a 140 mg/dl. Los valores entre 140mg/dl hasta 199 mg/dl señalan una prediabetes. Si los niveles de glucosa en plasma son iguales o mayores que 200 mg/dl señalan diabetes.

d. Dosaje de hemoglobina glucosilada (HbA1c), la hemoglobina glucosilada (HbA1c) es un tipo de proteína glicada o hemoglobina glicada que permite valorar el control de la glucemia sin ayunas, en cualquier momento, no siendo alterado por el estrés, presenta baja variabilidad biológica y sirve de monitoreo a largo plazo. Sus valores se representan en la siguiente tabla ^(17, 20).

Tabla 1. Valores de hemoglobina glucosilada

Hemoglobina glucosilada (HbA1c)	
Menor al 5.7%	Normal
5.7% a 6.4%	Prediabetes
Mayor 6.5 %	Diabetes

Fuente: Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. ⁽²⁰⁾

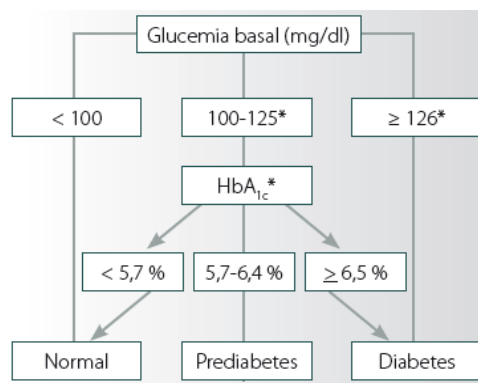


Figura 1. Algoritmo diagnóstico de diabetes.

Fuente: Guías clínicas: Diabetes Mellitus – SEMERGEN ⁽¹⁹⁾

Pie diabético

Las complicaciones de las úlceras de pie son la causa principal de hospitalización y amputaciones, las causas de pie diabético son multifactoriales; los más importantes son: la neuropatía, la enfermedad arterial periférica y traumas del pie. Los otros factores asociados son: sexo masculino, tiempo de enfermedad mayor de 10 años, edad avanzada, sobrepeso y otras complicaciones relacionadas a la diabetes ⁽¹⁵⁾.

Escala de clasificación de Meggitt – Wagner

Es una de las escalas más usadas a nivel mundial para el estadiaje de las lesiones del pie diabético:

Tabla 2. Clasificación de Meggit – Wagner

Grado	Lesión	Características
0	Ninguna, pie de riesgo	Presencia de callos gruesos, cabezas de metatarsianos prominentes, dedos en forma de garra, deformidades o alteraciones óseas.
I	Úlceras superficiales	Destrucción del espesor total de la piel.
II	Úlceras profundas	Penetra la piel, grasa y ligamentos pero no hay compromiso de

		estructura ósea. Úlcera con signos de infección.
III	Úlcera profunda más absceso (osteomielitis)	Úlcera extensa y profunda, presencia de secreción y mal olor
IV	Gangrena limitada	Necrosis de una parte del pie o de los dedos, talón o planta
V	Gangrena extensa	Todo el pie se encuentra afectado. Presencia de efectos sistémicos.

Fuente: Clasificaciones de Lesiones en Pie Diabético. Revista GEROKOMOS ⁽²⁰⁾.

En esta escala, los grados 0 , I y II hacen énfasis en la profundidad de la lesión, el III grado a la infección y el IV y V en la vascularidad de los miembros inferiores.⁽²⁰⁾

Insuficiencia arterial periférica

La insuficiencia arterial periférica es una patología que deriva de la enfermedad arterial oclusiva, que tiene sus causas agudas y crónicas, que evoluciona hacia la isquemia ⁽²²⁾.

Tabla 3. Causas de insuficiencia arterial

AGUDAS	CRÓNICAS
Cardiacas – fibrilación auricular, IAM, aneurisma ventricular, endocarditis, prótesis valvulares, mixoma aurícula izquierda, prolapso válvula mitral.	Degenerativas – diabetes <i>mellitus</i> , aterosclerosis, displasia fibromuscular.
	Traumáticas – trauma, fractura, contusiones, post cateterismo diagnóstico o terapéutico.
Arteriales – placa de ateroma ulcerada en aorta, Trombo mural en aneurisma	Hematológicas – enfermedades mieloproliferativas, PTT, coagulación intravascular diseminada.
Paradójicas –trombosis del sistema venoso, tromboflebitis de extremidades.	Vasculitis – enfermedad de Buerger, lupus eritematoso sistémico, poliarteritis.

Fuente: Gutiérrez Carreño y cols. Insuficiencia arterial de las extremidades. 2014 ⁽²²⁾.

Ecografía *doppler* arterial

La ecografía *doppler* provee información importante sobre la anatomía vascular, evaluando el flujo sanguíneo usando la medición del movimiento de los glóbulos rojos.

Existen dos modalidades de estudio *doppler* de los flujos: continuo y pulsado.

1. Doppler continuo (CW), la señal emitida por el transductor recorre todo el trayecto a estudiar, incluyendo los flujos, de forma continua y regresa al mismo transductor, pero no logra establecer la profundidad del vaso, por lo que registra flujos de alta velocidad.

2. Doppler pulsado (PW), la señal emitida es en forma pausada, logra determinar la profundidad del vaso pero no flujos de alta velocidad.

Los cambios de frecuencia y velocidades se pueden parametrar de varias maneras como el *doppler* espectral, *doppler* color y *power doppler*.

El *doppler* espectral se expresa con la curva de velocidad contra el tiempo. Los valores positivos del flujo indican que se acerca al transductor y los negativos cuando se alejan, basándose en un eje de coordenadas.



Figura 2 . Doppler espectral

Fuente: Paolinelli ,P ⁽²³⁾.

El *doppler* color representa la velocidad del flujo en colores, según se acercan al transductor (rojo) o se alejan (azul)



Figura 3. *Doppler* color

Fuente: Ecografía *doppler*. Principios básicos y guía práctica para residentes. SERAM 2014 S-0379 ⁽²⁵⁾ .

El *power doppler* representa la potencia o intensidad del espectro del flujo y no la velocidad. Expresa la totalidad del movimiento de los eritrocitos a diferencia del *doppler* color que expresa la media. Es más sensible en tres a cinco veces que el *doppler* color, por lo que permite detectar flujos de menor velocidad

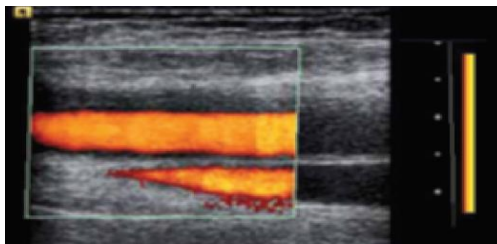


Figura 4. *Power doppler*

Fuente: Paolinelli ,P ⁽²³⁾ .

Por lo general, las arterias deben de presentar un flujo laminar y a nivel de las bifurcaciones un flujo turbulento. Este flujo es representado por una onda trifásica, la cual representa 3 componentes del ciclo cardiaco; sístole, diástole y diástole final.

1. Sístole (1ra fase).- flujo es anterógrado con alta velocidad
2. Inicio de diástole (2da fase).- flujo es reverso
3. Diástole final (3ra fase).- Es anterógrado pero de baja velocidad.

El siguiente cuadro establece los diámetros y velocidad pico sistólica en las arterias de miembros inferiores normales ^(22, 23, 24, 25) .

Tabla 4. Diámetros y velocidad de flujo en miembros inferiores

Arteria	Diámetro	Velocidad de pico sistólica (cm/s)
Femoral común	9.4 – 7.6 mm	114 +- 24
Femoral superficial	0.7- 0.5 mm	90 +-14
Poplítea	0.6-0.4 mm	68+- 14
Tibiales	0.7- 0.1 mm	55 +- 10

Fuente: Diaz, H ⁽²⁴⁾.

El siguiente cuadro muestra los criterios *doppler* para la clasificación del grado de estenosis.

Tabla 5. Grados de estenosis

Grado de estenosis	Velocidad sistólica pico	Índice de velocidad	Onda espectral de arteria distal
<20%	<150 cm/s	<1,5	Trifásica
20-49%	150-200 cm/s	1,5-2	Trifásica
50-75%	200-300 cm/s	2-4	Monofásica
>75%	>300 cm/s	>4	Amortiguada , monofásica
Oclusión	Ausencia de flujo		Amortiguada , monofásica

Fuente: Diaz , H ⁽²⁴⁾.

Tratamiento de diabetes *mellitus* tipo 2

En el manejo de esta patología se usan algunas de las siguientes líneas farmacológicas cuando no se logra controlar la glicemia con una dieta adecuada ni con cambios de estilo de vida.

1. Sulfonilureas.- Estimulan la secreción de insulina en las células beta del páncreas. Los fármacos usados son la glibenclamida, glimepirida, clorpropamida, tolbutamida.

2. Biguanidas.- Disminuyen la insulinoresistencia. los fármacos usados son la metformina
3. Tiazolidinedionas.- Disminuyen la insulinoresistencia. Los fármacos usados son la pioglitazona, rosiglitazona.
4. Inhibidores de la alfa glucosilasa.- Retardan la absorción intestinal de la glucosa. El fármaco usado es la acarbosa.

El objetivo del tratamiento de la DM 2 es mantener los valores de glucemia en rangos que no alteren la calidad de vida del paciente, además de impedir complicaciones agudas y disminuir o retrasar las crónicas de la diabetes ⁽²⁶⁾.

2.3 Definición de términos básicos

Flujo trifásico: flujo normal de las arterias que representa sus tres componentes, sístole, inicio de diástole y final de diástole.

Flujo bifásico: flujo anormal, de alta resistencia y baja velocidad. Puede representar obstrucción distal o vasoconstricción.

Flujo monofásico: flujo anormal, de baja resistencia y onda atenuada que representa obstrucción proximal.

Flujo parvus tardus: flujo anormal, de baja velocidad, aparece en estenosis mayores del 70%.

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Formulación de la hipótesis

La hemoglobina glucosilada y la insuficiencia arterial de miembros inferiores por ecografía *doppler* en pacientes diabéticos tipo 2 tienen un grado de asociación en el Hospital Nacional Sergio Bernales 2021-2022.

3.2 Variables y su operacionalización

Variable	definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías y sus valores	Medio de verificación
Hemoglobina glucosada	Glóbulo rojo que contiene glucosa adherida	Cualitativa	%	Ordinal	< 5.7% normal	Resultado de laboratorio
					Entre 5.7 y 6.4% prediabetes	
					>6.5% diabetes	
Insuficiencia arterial	Alteración del flujo sanguíneo	Cuantitativa	Cms/seg	Ordinal	Trifásico	Flujometría por ecografía doppler
					Bifásico	
					Monofásico	
					Oclusión	
Pie diabético	Complicación de la diabetes por alteración de la micro y macrovasculatura y neuropatía asociada.	Cualitativa	Úlcera	Nominal	Ninguna	Escala de wagner
					Úlcera superficial	
					Úlcera profunda	
					Úlcera profunda con absceso	
					Gangrena limitada	
					Gangrena extensa	
Tratamiento medico	Conjunto de medidas sanitarias con el objetivo de curar, prevenir o aliviar una enfermedad.	Cualitativa	Ingesta	Nominal	Sí/no	Encuesta al paciente

CAPÍTULO IV: METODOLOGIA

4.1 Tipos y diseño

El estudio será un observacional (no se manipulará variables), analítico (se comparará con grupo de control), longitudinal (se medirá tres veces las variables) y prospectivo (de 2021 hasta 2022).

4.2 Diseño muestral

Población universo

Pacientes con diagnóstico de diabetes *mellitus* tipo 2 en el mundo.

Población de estudio

Todo paciente con diabetes *mellitus* tipo 2, mayor de 18 años con resultados de hemoglobina glucosilada que acuda al hospital Nacional Sergio Bernales, durante julio de 2021 hasta agosto de 2022.

Tamaño de la muestra

Serán aproximadamente 900 pacientes con diabetes *mellitus* tipo 2 con resultado de hemoglobina glucosilada que acuda al servicio de ecografía *doppler* para evaluación de flujometría arterial de miembros inferiores; 300 con valores normales que serán el grupo control, 300 con valores de prediabetes y 300 con valores de diabetes según la hemoglobina glucosilada

Muestreo

No será necesario, ya que el muestreo será igual a la muestra.

Criterios de inclusión

Pacientes con diagnóstico de diabetes *mellitus* tipo 2 con resultados de hemoglobina glucosilada

Diabéticos tipo 2 con o sin antecedentes de amputación de miembros inferiores.

Criterios de exclusión

Diabéticos tipo 1, gestacional o distinto al tipo 2

Que el paciente no desee participar en el estudio.

4.3 Técnicas y procedimientos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección son la ficha uno (anexos), donde se recolectarán los resultados de la hemoglobina glucosilada previo al examen, la evaluación de la escala de Wagner y de la ecografía *doppler* realizada a los miembros inferiores, donde se colocarán los flujos hallados y diagnóstico ecográfico. Otro de los instrumentos será una encuesta simple y sencilla sobre algunos datos de interés del paciente. Ficha dos (anexos) que se usarán para los objetivos específicos.

El proceso de recolección de los datos se realizará en el servicio de Ecografía de nuestro hospital, cuando el paciente acuda a realizarse su evaluación, tendrá que acudir con el examen de hemoglobina glucosilada (laboratorio del hospital o cualquier establecimiento Minsa o EsSalud) y se realizará previamente una evaluación clínica con la escala de Wagner para pie diabético en cada miembro inferior, luego se realizará el examen ecográfico con un equipo SAMSUNG MEDISON de 3 transductores; se utilizó el transductor lineal de 7.7 – 12 Mhz, en cada miembro inferior, en el paciente recostado en una camilla, en bata, sin pantalón ni medias para la aplicación del gel y el registro adecuado de los datos del examen.

La evaluación por cada paciente tiene una duración de 30 minutos aproximadamente, ya que se tienen que evaluar los flujos, áreas de estenosis de cada arteria señala en la ficha uno (anexos), y se dividirá en casos de pacientes que presenten hemoglobina glucosilada en valores mayores de 6.5% (diabéticos), de pacientes que presentan valores entre 6.4% y 5.7% (prediabéticos) y pacientes que presenten valores menores de 5.7% (normal), durante el periodo julio del 2021 hasta agosto de 2022. Estas mediciones se realizarán durante 2 meses cada 4 meses durante los dos años, hasta llegar a las 900 muestras.

4.4 Procesamiento y análisis de datos

Para el análisis, se procederá a construir una base de datos que permitirá usar el software estadístico IBM SPSS 25 para su respectivo estudio. Se realizará la construcción de gráficos según las variables estudiadas con distribución

porcentual. Se determinará el grado de asociación con el Odds Ratio entre las variables hemoglobina glucosilada e insuficiencia arterial por medición *doppler*, además al ser variables cualitativas y cuantitativas de 2 grupos (casos y controles) se usará la prueba de T de student según las variables a estudiar, todos con un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$ y un intervalo de confianza del 95%.

Los valores del OR se parametrizarán con la escala de Wagner, con el objetivo de establecer una asociación entre los valores encontrados y la escala.

4.5 Aspectos éticos

El estudio requerirá el consentimiento informado de los participantes, para usar sus resultados de los exámenes realizados (hemoglobina glucosilada y ecografía *doppler* arterial de los miembros inferiores). El estudio no presenta conflicto de intereses con el investigador.

Se cuenta con los permisos del departamento de Endocrinología y Radiología del hospital

CRONOGRAMA

Pasos	2021				2022						2023
	Abr	May	Jun	julio Ago	Ene Feb	Jul Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene
Definición del problema y marco teorico	x										
Redacción final del proyecto de investigación		x									
Aprobación del proyecto de investigación por USMP			x								
Recolección de datos				x	x	x					
Procesamiento y análisis de datos y/o información							x				
Elaboración del informe y conclusiones								x			
Correcciones del trabajo de investigación									x		
Aprobación del trabajo de investigación										x	
Publicación del artículo científico											x

PRESUPUESTO

Para la realización del siguiente trabajo se ha estimado el requerimiento de los materiales en mención:

Concepto	Monto estimado (soles)
Material de escritorio	100.00
Laptop	2500.00
Impresión de fichas n.º1 y 2	100.00
Impresión de consentimiento informado	50.00
Refrigerio y movilidad	9600.00
TOTAL	12350.00

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. OMS. OMS [internet], citado 2018 10 20. Disponible en :
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
2. Echevarría V, Sotomayor C, Norambuena M, Vidal P, Campos A. Pie Diabético, Rev Hosp Clin Univ Chile 27: 207-19 [internet] 2016. Extraído el 02 de noviembre de 2018. Disponible en:
<https://www.redclinica.cl/Portals/0/Users/014/14/14/999.pdf>
3. Serrano Hernando, Et al. Enfermedad Arterial Periférica: aspectos fisiopatológicos, clínicos y terapéuticos. Rev, Esp Car 60(9): 969-982 [internet] 2007. Extraído el 15 noviembre de 2018. Disponible en :
<https://www.revespcardiol.org/es-enfermedad-arterial-periferica-aspectos-fisiopatologicos-articulo-13109651>
4. Enfoque multidisciplinario de la enfermedad arterial de miembros inferiores: Cap 4 : Enfermedad Arterial de miembros inferiores en la diabetes mellitus tipo 2, Avances Cardiológicos 34(3) [internet] 2014. Extraído el 15 de noviembre de 2018. Disponible en:
https://svcardiologia.org/es/images/documents/Avance_Cardiologico/2014/Suplemento-3-2014/04_CAPITULO_4_42_51.pdf
5. Minsa. Minsa [Online], Citado 20 11 14. Disponible en:
<https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/314367-minsa-cuatro-de-cada-cien-peruanos-mayores-de-15-anos-padecen-diabetes-en-el-peru>
6. Diario Perú 21,(online) citado 2018 11 20. Disponible en:
<https://peru21.pe/lima/dia-mundial-diabetes-peru-50-personas-diagnosticada-video-233290>
7. Villena J. Epidemiología de la diabetes en el Perú. Rev Diagnóstico, 2016; 55(4) :173-181.
8. Triana M, Zapata J, Perez S, Pol N, Llanes J. Comportamiento de la Hemoglobina glucosilada en diabéticos tipo 2 con Macroangiopatía diabetic de los miembros inferiores. Revista Cubana de Angiología Cirugía Vascul 16 (2):154 – 163. [internet] 2015. Extraído el 06 de enero de 2019. Disponible en :
<https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubangcirvas/cac-2015/cac152d.pdf>
9. Leoniuk J, Lukasiewicks A, Szorc M, Sackiewicz I, Janica J, Lebkowska U. Doppler Ultrasound detection of precinical changes in foot arteires in early stage of type 2 diabetes. Pol J Radiol 79: 283-9. [Internet] 2014. Extraído el 12 de enero del 2019. Disponible en :

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4156336/>

10. Shaheen R, Sohail S. A doppler – based evaluation of peripheral lower limb arterial insufficiency in diabetes mellitus, Journal of the college of Physicians and surgeons Pakistan 20(1): 22-5. [internet] 2010. Extraído el 2 de febrero del 2019. Disponible en :
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20141688/>
11. San Martin-Chung P, Alvarez – Reyes S, Vallejo – Lopez A, Kou – Guzman A. Estudio Ecodoppler de enfermedad arterial periférica y su correlación con escala de fontaine, Revista científica Dominio de las ciencias 3(4):515-531. [internet] 2017. Extraído el 10 de marzo del 2019. Disponible en:
<https://dominodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/578/pdf>
12. Perez Mayorga M, Et al. Hemoglobina glicosilada y su relación con la fracción de eyección del ventrículo izquierdo en pacientes diabéticos tipo 2 y su primer infarto agudo del miocardio, Revista Med 22(2): 12-19. [internet] 2014. Extraído el 20 de marzo del 2019. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-52562014000200002&script=sci_abstract&tlng=es
13. Muraira – Cardenas L, Barrios- PerezM. Efecto del descontrol metabólico de la diabetes mellitus sobre el índice de Resistencia de las arterias renales interlobares evaluado con doppler pulsado, Gac Med Mex 152(2) : 213-217. [internet] 2016. Extraído el 15 de abril 2019. Disponible en:
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=65831>
14. Torres- Aparcana H, Gutierrez C, Pajuelo – Ramirez J, Pando R, Arbañil H. Características clínicas y epidemiológicas de los pacientes hospitalizados por pie diabético en el hospital Nacional dos de mayo entre 2006 y 2008, Rev Perú Epidemiol.2012;16(3):01-6.
15. Vidal G. Factores de riesgo de amputación en el pie diabético, Rev Soc Perú med interna. 2010 ;23(4):145-9.
16. Escalante D, Lecca L, Gamarra J, Escalante G. Amputación del miembro inferior por pie diabético en hospitales de la costa norte peruana 1990 – 2000: características clínico – epidemiológicas, Rev Perú Med Exp Salud Publica; 2003; 20(3): 138-144.
17. Diabetes Teaching center at the university of California, San Francisco (internet), citado 2020 01 28. Disponible en:
<https://dtc.ucsf.edu/es/tipos-de-diabetes/diabetes-tipo-1/compreension-de-la-diabetes-tipo-1/datos-basicos/diagnostico-de-la-diabetes/>

18. Minsa. Minsa. Guía técnica: guía de la práctica clínica para el diagnóstico, tratamiento y control de la diabetes mellitus tipo 2 en el primer nivel de atención. R.M N° 719-2015: 10-11.
19. Alonso M , Et al. GUIAS CLINICAS: Diabetes Mellitus [internet], España; Euromedice; 2015. Extraído el 20 de marzo del 2020. Disponible en: https://2016.jornadasdiabetes.com/docs/Guia_Diabetes_Semergen.pdf
20. Biblioteca nacional de medicina de los EE. UU. Medlineplus. (internet) página actualizada 09 de julio de 2019 . fecha de consulta 2020 10 24, disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/a1c.html>
21. Gonzales de la torre H, Et al. Clasificación de Lesiones en Pie diabético. Un problema no resuelto. Gerokomos 23(2): 75-87. [internet] 2012. Extraído el 20 de junio de 2020. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2012000200006
22. Gutierrez Carreño, Et al. Insuficiencia Arterial de las extremidades 2014, Rev Mex angiología 42(4): 170-179. [internet] 2014. Extraído el 21 de junio de 2020. Disponible en : <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDREVISTA=&IDARTICULO=54901&IDPUBLICACION=5547>
23. Paolinelli P. Principios Físicos e indicaciones clínicas del ultrasonido doppler, Rev Med Clin Condes. 24(1): 139 – 148. [internet] 2013. Extraído el 10 de enero de 2021. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-principios-fisicos-e-indicaciones-clinicas-S0716864013701391>
24. Díaz H, Diagnostico por Ecografía Doppler.1ra ed. Lima: REP; 2015.
25. Sociedad Española de Radiología Medica. (internet) .España , rubio I. 2014 .fecha consultada .2018 11 2. Disponible en : <https://epos.myesr.org/poster/esr/seram2014/S-0379>
26. Bisso A, Candiotti. Terapéutica Medica.15va ed. Lima: REP;2014

ANEXOS

1. Matriz de consistencia

Titulo	Pregunta de investigación	Objetivos	Hipótesis	Tipo y diseño de estudio	Población de estudio y procesamiento de datos	Instrumento de recolección
Asociación entre la hemoglobina glucosilada e insuficiencia arterial de miembros inferiores por ecografía doppler en diabetes mellitus tipo 2 hospital Nacional Sergio Bernales 2021-2022	¿Cuál es el grado de asociación entre la hemoglobina glucosilada y la insuficiencia arterial de miembros inferiores por ecografía doppler en pacientes diabéticos tipo 2 en el hospital Nacional Sergio Bernales 2021-2022?	<p>General. Determinar el grado de asociación entre los valores de hemoglobina glucosilada e insuficiencia arterial por ecografía doppler en los Miembros inferiores en diabéticos tipo 2 en el Hospital Nacional Sergio Bernales durante 2021-2022.</p>	La hemoglobina glucosilada y la insuficiencia arterial de miembros inferiores por ecografía doppler en pacientes diabéticos tipo 2 tienen un grado de asociación en el Hospital Nacional Sergio Bernales	Estudio observacional analítico longitudinal prospectivo	<p>Población. Todo paciente diabético tipo 2 , mayor de 18 años, que requiera ecografía doppler de miembros inferiores 2021 – 2022</p> <p>Procesamiento. software estadístico IBM SPSS 25 para su respectivo estudio. Se realizará la construcción de gráficos según las variables estudiadas con distribución porcentual. Al ser variables cualitativas y cuantitativas de 2 grupos (casos y controles) se usará la prueba de T de Student según las variables a estudiar</p>	FICHA 1 (ANEXOS)
		<p>Específicos Establecer que valores de hemoglobina glucosilada son los más frecuentes durante el estudio.</p> <p>Determinar el grado de estenosis más frecuente en las arterias pedias.</p> <p>Asociar el grado de estenosis por flujometría doppler con la escala de Wagner del pie diabético</p> <p>Comparar que tratamiento y medidas preventivas pueden alterar la flujometría</p>				FICHA 2 (ANEXOS)

		<p>doppler en los pacientes diabéticos tipo 2.</p> <p>Determinar los factores de riesgo en pacientes que sufren amputación.</p> <p>Establecer que arterias se ven más afectadas primariamente.</p>				
--	--	--	--	--	--	--

2. Instrumentos de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS 1

Edad:

Fecha de examen:

Caso:

ECOGRAFÍA DOPPLER ARTERIAL MIEMBRO INFERIOR

Arteria femoral común	Derecha	Izquierda	Resultado de hemoglobina glucosilada			Escala Wagner	
						DERECHA	IZQUIERDA
Arteria femoral superficial proximal						0	0
Arteria femoral superficial distal							
Arteria poplítea			normal	Pre diabetes	diabetes	I	I
Arteria tibial anterior						II	II
Arteria tibial posterior						III	III
Arteria pedía			<5.7%	5.7 – 6,4	> 6.5 %	IV	IV
Arteria plantar						V	V

Fuente: ficha propia

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 2

	SÍ	NO
Cumple las indicaciones de su médico		
Realiza actividades deportivas		
Se cuida en la alimentación		
Toma usted alguna medicación (especifique)		
Cumple con sus controles periódicamente		
Antecedente de enfermedad cardiovascular (hipertensión arterial, infarto antiguo, cardiopatías)		
Presenta amputación de extremidad inferior		

Fuente: ficha propia

3. Consentimiento informado

Mi persona acepta participar voluntariamente en la investigación de título "Asociación entre la hemoglobina glucosilada e insuficiencia arterial por ecografía *doppler* en pacientes con diabetes *mellitus* tipo 2, Hospital Nacional Sergio Bernales 2021-2022" conducida por el Medico Carlos Arana.

Se me ha indicado también que tendré que responder cuestionarios y preguntas en una entrevista de pocos minutos de duración.

Acepto que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto produzca algún daño alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a Carlos Arana en el departamento de Radiología del Hospital Nacional Sergio Bernales.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar a _____ al teléfono anteriormente mencionado.

Nombre del participante

Firma del participante

Fecha