



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE HIDALGO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD
ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA

HOSPITAL GENERAL DE TULANCINGO

TRABAJO TERMINAL

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO PREDICTIVO VALIDADO EN POBLACIÓN MEXICANA PARA CLASIFICACIÓN DE RIESGO DE DESARROLLAR DIABETES GESTACIONAL EN PACIENTES QUE INGRESAN A CONSULTA EXTERNA DEL HOSPITAL GENERAL DE TULANCINGO EN EL AÑO 2025”

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN
GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA

QUE PRESENTA LA MÉDICO CIRUJANO
SINTHIA YIREIDI ORTEGA FRANCO

M. C. ESP GABRIELA ITZEL MAGDALENO MUÑOZ
MEDICO ESPECIALISTA EN GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA
DIRECTORA DEL TRABAJO TERMINAL

M. EN C. ANA HILDA FIGUEROA GUTIÉRREZ
CODIRECTORA METODOLOGICA DEL TRABAJO TERMINAL

PACHUCA DE SOTO, HIDALGO, OCTUBRE 2025

DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO INTERNO DE LA COORDINACION DE POSGRADO DEL AREA ACADEMICA DE MEDICINA, AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO TERMINAL TITULADO:

"IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO PREDICTIVO VALIDADO EN POBLACIÓN MEXICANA PARA CLASIFICACIÓN DE RIESGO DE DESARROLLAR DIABETES GESTACIONAL EN PACIENTES QUE INGRESAN A CONSULTA EXTERNA DEL HOSPITAL GENERAL DE TULANCINGO EN EL AÑO 2025"

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA QUE SUSTENTA LA MEDICO CIRUJANO:

SINTHIA YIREIDI ORTEGA FRANCO

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, OCTUBRE 2025

POR LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

M. C. JOSÉ ANTONIO HERNÁNDEZ VERA
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

M.C. ESP. ALFONSO REYES GARNICA
JEFE DEL ÁREA ACADEMICA DE MEDICINA

DR. EN C. OSVALDO ERIK SÁNCHEZ HERNÁNDEZ
COORDINADOR DE POSGRADO

DRA. EN C. ANA HILDA FIGUEROA GUTIERREZ
CODIRECTORA DEL TRABAJO TERMINAL

POR EL HOSPITAL GENERAL DE TULANCINGO

M.C. JAIR DE JESÚS HERNÁNDEZ VILLEGAS
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL
DE TULANCINGO

M.C. ESP. JOSÉ LUIS ALBERTO RIVAS SOLIS
TITULAR DE LA UNIDAD DE ENSEÑANZA E
INVESTIGACIÓN

M.C. ESP. NORMA ALCANTARA MARTINEZ
ESPECIALISTA EN GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA
PROFESORA TITULAR DE LA ESPECIALIDAD
DE GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA

M.C. ESP. GABRIELA ITZEL MAGDALENO MUÑOZ
ESPECIALISTA EN GINECOLOGIA Y OBSTETRICIA
DIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL





Gobierno de México



IMSS-BIENESTAR
SERVICIOS PÚBLICOS DE SALUD



HOSPITAL GENERAL DE TULANCINGO/ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
Santiago Tulantepec, Hidalgo a 07 de octubre del 2025

Oficio no. 004775

Asunto: Autorización de impresión

SINTHIA YIREIDI ORTEGA FRANCO
PRESENTE

Por medio del presente, hago de su conocimiento que el proyecto de investigación titulado:

"IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO PREDICTIVO VALIDADO EN POBLACIÓN MEXICANA PARA CLASIFICACIÓN DE RIESGO DE DESARROLLAR DIABETES GESTACIONAL EN PACIENTES QUE INGRESAN A CONSULTA EXTERNA DEL HOSPITAL GENERAL DE TULANCINGO EN EL AÑO 2025 "

registrado en el Hospital General de Tulancingo y correspondiente al proyecto terminal del programa de la Especialidad de Ginecología y Obstetricia de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, ha sido revisado por cada uno de los involucrados y aprobado para su impresión.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo



M.C. JAIR DE JESUS HERNÁNDEZ VILLEGAS
DIRECTOR DEL HOSPITAL

M.C. ESP. NORMA ALCANTARA MARTINEZ
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA

M.C. ESP. GABRIELA ITZEL MAGDALENO MUÑOZ .
DIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL

DRA. EN C. ANA HILDA FIGUEROA GUTIERREZ
CODIRECTOR METODOLÓGICO

Elaboró
M.C. ESP JOSE LUIS ALBERTO RIVAS SOLIS



2025
Año de
La Mujer
Indígena

| ÍNDICE GENERAL | PÁGINA |
|--|---------------|
| INDICE DE FIGURAS | 5 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 5 |
| ABREVIATURAS | 6 |
| RESUMEN | 7 |
| ABSTRACT | 8 |
| MARCO TEÓRICO | 9 |
| ANTECEDENTES | 13 |
| JUSTIFICACIÓN | 15 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 16 |
| PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN | 17 |
| HIPÓTESIS | 18 |
| OBJETIVOS (GENERAL Y ESPECÍFICOS) | 18 |
| METODOLOGÍA | 19 |
| DISEÑO DE ESTUDIO | 20 |
| SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN | 20 |
| CRITERIOS DE INCLUSIÓN | 20 |
| CRITERIOS DE EXCLUSIÓN | 21 |
| CRITERIOS DE ELIMINACIÓN | 21 |
| MARCO MUESTRAL | 21 |
| TAMAÑO DE LA MUESTRA | 22 |
| MUESTREO | 22 |
| DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES | 23 |
| INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN | 24 |
| ASPECTOS ÉTICOS | 24 |
| ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN | 25 |
| RESULTADOS | 31 |
| DISCUSIÓN | 36 |
| CONCLUSIONES | 37 |
| RECOMENDACIONES | 38 |
| REFERENCIAS | 38 |
| ANEXOS | 41 |

| INDICE DE FIGURAS | PÁGINA |
|--|---------------|
| 1. HISTOGRAMA DE EDAD | 26 |
| 2. HISTOGRAMA DE PESO ANTES DEL EMBARAZO | 27 |
| 3. GRÁFICA DE BARRAS DISTRIBUCIÓN DE HIPERTENSIÓN | 28 |
| 4. DISTRIBUCIÓN DE EMBARAZOS PREVIOS | 29 |
| 5. HISTOGRAMA DE PESO DE ÚLTIMO RECIÉN NACIDO | 29 |
| 6. HISTOGRAMA DE VALOR DE GLUCOSA | 30 |
| 7. DISTRIBUCIÓN DE MIDO GDM | 30 |
| 8. DISTRIBUCIÓN DE DIABETES GESTACIONAL | 31 |
| 9. VALORES PROMEDIO DE GLICEMIA EN MG/DL DE TIEMPOS DETERMINADOS DE LAS GESTANTES DEL ESTUDIO | 33 |
| 10. RESULTADOS DE MIDO GM DE LAS GESTANTES DEL ESTUDIO EN RELACIÓN CON LA DIABETES GESTACIONAL | 34 |
| 11. CAPACIDAD PREDICTIVA DE MIDO DGM DICOTÓMICO DE LAS GESTANTES DEL ESTUDIO PARA DIABETES GESTACIONAL CON CURVA ROC | 35 |

| INDICE DE TABLAS | PÁGINA |
|---|---------------|
| 1. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES INDEPENDIENTES | 23 |
| 2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES DEPENDIENTES | 23 |
| 3. INDICE DE MASA CORPORAL | 27 |
| 4. ANTECEDENTES HEREDOFAMILIARES PARA DIABETES TIPO 2 | 28 |
| 5. CARACTERÍSTICAS DE LAS GESTANTES DEL ESTUDIO | 31 |
| 6. CARACTERÍSTICAS OBSTÉTRICAS DE LAS GESTANTES DEL ESTUDIO | 32 |
| 7. CAPACIDAD PREDICTIVA DEL MODELO MIDO DGM DICOTÓMICO DE LAS GESTANTES DEL ESTUDIO PARA DIABETES GESTACIONAL | 34 |

ABREVIATURAS

DMG: Diabetes Mellitus Gestacional

IA: Inteligencia artificial

IMC: Índice de masa corporal

IRS-1: Sustrato del receptor de insulina

PI3K: Fosfatidilinositol 3-quinasa

GLUT4: Transportador de glucosa 4

ADA: American Diabetes Association

GPC: Guía de Práctica Clínica

CyC: Carpenter y Coustan

NDDG: National Diabetes Data Group

IADPSG: International Association of Diabetes and Pregnancy Study Groups

ACOG: The American Congress of Obstetricians and Gynecologists

SOG: Sobrecarga oral a la glucosa

CTGO: Curva de tolerancia a la glucosa oral

RESUMEN

Antecedentes: La diabetes mellitus gestacional (DMG) es una de las complicaciones más frecuentes del embarazo y constituye un importante problema de salud pública debido a su impacto en la morbilidad materna y perinatal. En México, su prevalencia se estima entre 8 y 12%, relacionada con la alta incidencia de obesidad, sobrepeso y antecedentes familiares de diabetes. El diagnóstico suele realizarse entre las semanas 24 y 28 de gestación, lo que limita la detección temprana y la implementación de estrategias preventivas. En este contexto, los modelos predictivos basados en inteligencia artificial, como el MIDO GDM, han surgido como herramientas prometedoras para identificar de manera oportuna a las mujeres con alto riesgo de desarrollar DMG.

Objetivo: Implementar y evaluar el desempeño del modelo predictivo MIDO GDM, validado en población mexicana, para la clasificación del riesgo de desarrollar diabetes gestacional en pacientes que acuden a la consulta externa del Hospital General de Tulancingo en el año 2025.

Material y métodos: Se realizó un estudio observacional, analítico y ambispectivo en 181 mujeres embarazadas con menos de 32 semanas de gestación. Se recolectaron variables clínicas y sociodemográficas como edad, índice de masa corporal, antecedentes familiares de diabetes, hipertensión, paridad, peso del último recién nacido, glucosa en ayuno y semanas de gestación. Los datos fueron analizados mediante el software MIDO GDM para estimar el riesgo de DMG (bajo, medio o alto) y se compararon con los resultados de la curva de tolerancia a la glucosa oral. Se calcularon sensibilidad, especificidad, valores predictivos y área bajo la curva (AUC).

Resultados: La edad media fue de 26.4 años, con obesidad en el 30% y antecedentes familiares de diabetes en el 38% de las participantes. La prevalencia de DMG fue del 27.8%. El modelo MIDO GDM mostró una especificidad del 92%, sensibilidad del 22%, valor predictivo negativo del 76% y un AUC de 0.42, lo que indica un poder discriminativo bajo. Sin embargo, su alta especificidad y valor predictivo negativo sugieren utilidad para descartar casos de bajo riesgo y optimizar los recursos diagnósticos.

Conclusiones: El modelo MIDO GDM es una herramienta práctica, de bajo costo y aplicable en entornos de atención primaria para la detección temprana del riesgo de diabetes gestacional. Aunque su sensibilidad fue limitada, su alta especificidad respalda su uso como apoyo inicial en el tamizaje prenatal. Se recomienda su ajuste y validación en distintos contextos regionales para mejorar su rendimiento.

Palabras clave: Diabetes gestacional, modelo predictivo, inteligencia artificial, MIDO GDM, embarazo, México.

ABSTRACT

Background: Gestational diabetes mellitus (GDM) is one of the most common pregnancy complications and represents a major public health issue due to its impact on maternal and perinatal morbidity. In Mexico, its prevalence ranges from 8% to 12%, associated with the high incidence of obesity, overweight, and family history of diabetes. Diagnosis is usually made between 24 and 28 weeks of gestation, which limits early detection and timely preventive interventions. In this context, predictive models based on artificial intelligence, such as the MIDO GDM, have emerged as promising tools to identify women at high risk of developing GDM.

Objective: To implement and evaluate the performance of the MIDO GDM predictive model, validated in the Mexican population, for risk classification of developing gestational diabetes in patients attending the outpatient clinic of the General Hospital of Tulancingo in 2025.

Materials and methods: An observational, analytical, and ambispective study was conducted including 181 pregnant women under 32 weeks of gestation. Clinical and sociodemographic variables such as age, body mass index, family history of diabetes, hypertension, parity, previous newborn weight, fasting glucose, and gestational weeks were collected. Data were analyzed using the MIDO GDM software to estimate the risk of GDM (low, medium, or high) and compared with the oral glucose tolerance test results. Sensitivity, specificity, predictive values, and area under the curve (AUC) were calculated.

Results: The mean age was 26.4 years, with obesity in 30% and family history of diabetes in 38% of participants. The prevalence of GDM was 27.8%. The MIDO GDM model showed a specificity of 92%, sensitivity of 22%, negative predictive value of 76%, and an AUC of 0.42, indicating a low discriminative power. However, its high specificity and negative predictive value suggest its usefulness for excluding low-risk cases and optimizing diagnostic resources.

Conclusions: The MIDO GDM model is a practical, low-cost tool with clinical applicability for early detection of gestational diabetes risk, especially in primary care settings. Although its sensitivity was limited, its high specificity supports its use as an initial screening aid. Further regional adjustment and validation are recommended to improve predictive accuracy.

Keywords: Gestational diabetes, predictive model, artificial intelligence, MIDO GDM, pregnancy, Mexico.

MARCO TEÓRICO

La diabetes mellitus gestacional (DMG) es una de las complicaciones médicas más comunes en el embarazo. (3). Es un padecimiento caracterizado por intolerancia a los carbohidratos, que resulta en hiperglucemia de severidad variable, que se inicia y reconoce durante el embarazo. (1)

La prevalencia de diabetes gestacional a nivel mundial se ha estimado en 7% de todos los embarazos, resultando en más de 200 mil casos anuales. En México, la prevalencia de diabetes gestacional se reporta entre el 8.7 al 17.7 %. La mujer mexicana está en mayor posibilidad de desarrollar diabetes gestacional por tanto pertenece a un grupo étnico de alto riesgo. (1)

Dentro de los principales factores de riesgo que predisponen a la diabetes gestacional están: edad mayor a 35 años, obesidad, índice de masa corporal (IMC)>30 kg/m², antecedente de diabetes gestacional o alteraciones del metabolismo de la glucosa como el síndrome de ovario poliquístico, sospecha de diabetes gestacional previa no diagnosticada (peso fetal >4000 gramos), Diabetes mellitus en familiares de primer grado, etnias de riesgo (sudeste asiático, latinas, norteafricanas). (4)

Durante un embarazo normal, la mujer se somete a una serie de adaptaciones para satisfacer las demandas fisiológicas del feto en desarrollo. Una adaptación metabólica vital se relaciona con la sensibilidad a la insulina: a medida que avanza el embarazo, los aumentos graduales de las hormonas gestacionales (incluidos el estrógeno, la progesterona, la prolactina, el cortisol, la hormona de crecimiento placentaria y el lactógeno placentario humano) promueven un estado de resistencia persistente a la insulina. Como tal, la glucosa en sangre aumenta, lo que permite el transporte rápido de la misma al feto a través de la placenta. Además, este estado de resistencia leve a la insulina promueve la producción endógena de glucosa y la lipólisis, lo que resulta en un aumento adicional de glucosa en sangre y un aumento en las concentraciones de ácidos grasos libres. Con el fin de controlar este estado de resistencia a los carbohidratos existe evidencia de un aumento paralelo en la masa celular de los islotes pancreáticos maternos secundario a la hipertrofia e hiperplasia de células β con esto mejorando la síntesis de insulina y la secreción estimulada por la glucosa, y reduciendo el umbral de estimulación de la glucosa. (6)

Si la función pancreática endocrina es insuficiente, se desarrolla una hiperglucemia que da lugar al cuadro clínico de Diabetes Gestacional. En concreto, puede haber fallos en los mecanismos compensatorios de las células β pancreáticas, además de una reducción particular en la sensibilidad a la insulina a través de la expresión alterada del sustrato del receptor de insulina (IRS)-1, el fosfatidilinositol 3-quinasa (PI3K) y el transportador de glucosa 4 (GLUT4). (6)

La diabetes preexistente o pregestacional expone al feto a concentraciones elevadas de glucosa, durante el primer trimestre del embarazo, incrementando el riesgo de malformaciones congénitas a nivel de sistema nervioso central, cardiovascular, renal y músculo esqueléticas, entre otras, con alta probabilidad de abortos espontáneos. (1)

Las mujeres con DMG tienen un riesgo más alto de desarrollar preeclampsia (9,8% en aquellas con una glucosa en ayunas inferior a 115 mg/dL y 18% en aquellas con una glucosa en ayunas mayor o igual a 115 mg/dL) y de someterse a un parto por cesárea (25% de las mujeres con DMG que requieren medicación y 17% de las mujeres con DMG controlada en dieta se sometieron a un parto por cesárea en comparación con el 9,5% de los controles) (3).

Las mujeres con DMG tienen un mayor riesgo de desarrollar diabetes (predominantemente diabetes tipo 2) más adelante en la vida. Se estima que hasta el 70% de las mujeres con diabetes gestacional desarrollarán diabetes dentro de los 22 a 28 años posteriores al embarazo. (3)

Según la American Diabetes Association (ADA) y la Guía de Práctica Clínica (GPC) mexicana, la diabetes confiere un riesgo materno y fetal significativamente mayor en comparación con las pacientes embarazadas sin DMG. En gran medida relacionado con el grado de hiperglucemia, pero también con las complicaciones crónicas y las comorbilidades de la diabetes. (1)

Todas las mujeres embarazadas deben someterse a pruebas de detección de diabetes gestacional con una prueba de laboratorio que utilice los niveles de glucosa en sangre. El cribado de la diabetes gestacional suele realizarse entre las semanas 24 y 28 de

gestación. Se sugiere el cribado temprano del embarazo para la diabetes tipo 2 no diagnosticada, preferiblemente al inicio de la atención prenatal. (3)

Idealmente, la diabetes no diagnosticada debe identificarse antes de la concepción en individuos con factores de riesgo o en poblaciones de alto riesgo, ya que es probable que se beneficien de la atención previa a la concepción. La atención previa a la concepción de las personas con diabetes preexistente conocida da como resultado un menor riesgo de defectos congénitos, parto prematuro, mortalidad perinatal, peso pequeño para la edad gestacional e ingreso a la unidad de cuidados intensivos neonatales. Si las personas no se someten a pruebas de detección antes del embarazo, se puede considerar la detección temprana universal a las <15 semanas de gestación para detectar diabetes no diagnosticada en lugar de pruebas de detección selectivas. (2)

Los criterios diagnósticos para identificar la diabetes no diagnosticada en las primeras etapas del embarazo son los mismos que los utilizados en las personas no embarazadas. Las personas que tienen diabetes deben clasificarse como diabéticas que complican el embarazo (con mayor frecuencia diabetes tipo 2, rara vez diabetes tipo 1) y tratarse en consecuencia. (2)

El metabolismo anormal temprano de la glucosa, definido como un umbral de glucosa en ayunas de 110 mg/dL (6,1 mmol/L) o un HbA1C de 5,9% (41 mmol/mol), puede identificar a las pacientes que tienen un mayor riesgo de embarazos complicados y resultados neonatales adversos (preeclampsia, macrosomía, distocia de hombro y muerte perinatal), tienen un alto riesgo de un diagnóstico posterior de DMG y tienen más probabilidades de necesitar tratamiento con insulina. (2)

Si los cribados tempranos para la diabetes no diagnosticada o el metabolismo anormal temprano de la glucosa fueron negativos, las personas deben volver a ser examinadas para la DMG entre las semanas 24 y 28 de gestación y las personas que no se han examinado previamente deben ser examinadas para la DMG. (2)

Al no existir un estándar de oro para estimar la prevalencia real de la DMG existe una gran heterogeneidad de criterios diagnósticos utilizados para su detección, así como también una gran controversia para identificar el mejor momento de detección de la DMG. The American Congress of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) sugiere que todas las mujeres deberían someterse a una prueba de DMG entre las semanas 24 – 28 de gestación, sin embargo, dado a que no todas las mujeres tienen el mismo riesgo

a padecer DMG se deja a criterio del médico tratante tomar la decisión del mejor momento para hacer el tamizaje durante embarazo con base en la historia clínica, factores de riesgo y pruebas de laboratorio previas. (2)

Existen diferentes criterios para realizar el diagnóstico de DMG, entre los más comunes se encuentran los de Carpenter y Coustan (CyC), los de la National Diabetes Data Group (NDDG) y los de la International Association of Diabetes and Pregnancy Study Groups (IADPSG). Los primeros dos constan de una sobrecarga oral de glucosa (SOG) de 100 g y mediciones de la glucosa plasmática a los 0, 60, 120 y 180 min. Al obtener 2 o más valores alterados de la glucosa plasmática se obtiene un diagnóstico positivo. Mientras que en la IADPSG la SOG es de 75 g, las mediciones de la glucosa plasmática a los 60 y 120 min y se obtiene el diagnóstico positivo a partir de 1 valor alterado. Además, los valores marcados en esta última son menores que en las dos primeras (IADPSG: 92, 180 y 153 mg/dl; CyC: 95, 180, 155 y 140 mg/dl; NDDG: 105, 190, 165 y 145 mg/dl) elevando significativamente la prevalencia de DMG (IADPSG: 16.1%; CyC: 11.6%; NDDG: 8.8%). (5)

El crecimiento excesivo de la circunferencia abdominal fetal, el cual ocurre entre las semanas 20 y 28, precede al diagnóstico de DMG, lo que sugiere que el inicio del trastorno del crecimiento fetal ocurre antes del momento habitual de detección de DMG (24 a 28 semanas). Dado que un peso alto al nacer se asocia con un mayor riesgo de obesidad infantil, es posible que algunos efectos de la DMG comiencen a manifestarse en el feto antes de la detección recomendada y que los resultados puedan mejorar con un diagnóstico más temprano de DMG. (16)

Dadas los obstáculos para la detección temprana de la diabetes mellitus gestacional (DMG), se realizó un estudio para desarrollar un modelo de predicción basado en inteligencia artificial (IA) para DMG en mujeres mexicanas embarazadas. Se recuperaron datos de 1709 mujeres embarazadas que participaron en el estudio de cohorte prospectivo multicéntrico "*Cuido mi embarazo*". Se utilizó un método impulsado por aprendizaje automático para seleccionar las mejores variables predictoras para el riesgo de DMG: edad, antecedentes familiares de diabetes tipo 2, diagnóstico previo de hipertensión, índice de masa corporal pregestacional, semana de gestación, paridad, peso al nacer del último hijo y glucosa capilar aleatoria. Con estas variables se

construyó un modelo estadístico de regresión logística para estimar la probabilidad de desarrollar diabetes gestacional. Se utilizó la técnica de bootstrapping y partición de la muestra (derivación y validación interna) para comprobar que el modelo no estuviera sobreajustado. Se evaluó la capacidad predictiva mediante curvas ROC (Receiver Operating Characteristic), obteniendo un área bajo la curva (AUC) cercana a 0.80, lo que indica buen poder discriminativo. Posteriormente, el modelo se aplicó en otra cohorte distinta de mujeres mexicanas embarazadas para comprobar que mantenía su capacidad predictiva. Éste logró un alto nivel de precisión (70.3%) y sensibilidad (83.3%) para identificar a las mujeres con alto riesgo de desarrollar DMG. (16)

El modelo demostró ser robusto y reproducible en población mexicana, por lo que se consideró validado. (16)

Este modelo basado en IA se aplicará en todo México para mejorar el momento y la calidad de las intervenciones para la DMG. Dada la facilidad para obtener las variables del modelo, se espera que este modelo sea clínicamente estratégico, permitiendo la priorización del tratamiento preventivo y prometiendo un cambio de paradigma en la prevención y la atención primaria de salud durante el embarazo. Este modelo de IA utiliza variables que se recopilan fácilmente para identificar a las mujeres embarazadas en riesgo de desarrollar DMG con un alto nivel de precisión y exactitud. (15)

ANTECEDENTES

La diabetes mellitus es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por hiperglucemia sostenida, que afecta a millones de personas en el mundo y representa una de las principales causas de morbilidad y mortalidad. En el contexto del embarazo, la diabetes gestacional se define como la intolerancia a la glucosa diagnosticada por primera vez durante la gestación, independientemente de que persista o no después del parto. Esta condición ha sido reconocida desde la década de 1960, cuando O'Sullivan y Mahan establecieron los primeros criterios diagnósticos de DG mediante la prueba de tolerancia oral a la glucosa, con el objetivo de identificar a mujeres en riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 después del embarazo (16).

A finales de la década de 1970, la Asociación Americana de Diabetes (ADA) estandarizó los criterios para el diagnóstico de DG, lo que facilitó la realización de estudios epidemiológicos y clínicos a nivel internacional (17). Durante los años 1990, la

Organización Mundial de la Salud (OMS) propuso criterios internacionales de diagnóstico de DMG, enfatizando la importancia de la prevención de complicaciones maternas y perinatales (18). Estas actualizaciones fueron fundamentales para lograr una uniformidad en la identificación de la enfermedad y para mejorar la atención clínica de las mujeres embarazadas.

En el año 2000 comenzaron a desarrollarse los primeros modelos estadísticos de predicción de DMG en poblaciones europeas y estadounidenses, utilizando factores clínicos y demográficos como edad materna, índice de masa corporal (IMC) y antecedentes familiares de diabetes (19). Posteriormente, el estudio HAPO (Hyperglycemia and Adverse Pregnancy Outcome), publicado en 2008, confirmó que incluso niveles moderadamente elevados de glucosa durante el embarazo se asocian con complicaciones maternas y fetales, lo que impulsó la creación de modelos predictivos más precisos (20). Entre 2010 y 2015, el desarrollo de modelos basados en aprendizaje automático e inteligencia artificial permitió mejorar la precisión de la predicción de DMG, incorporando variables clínicas, bioquímicas y de estilo de vida (21,22).

En México, los datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2016 reportaron una prevalencia de DG de entre 8 y 12 %, evidenciando la necesidad de modelos adaptados a la población nacional (23). La implementación de herramientas predictivas es particularmente relevante en el país debido a la alta prevalencia de obesidad y sobrepeso en mujeres en edad reproductiva, factores que aumentan significativamente el riesgo de alteraciones metabólicas durante el embarazo (21,22). En respuesta a esta necesidad, se desarrolló y validó el modelo MIDO GDM, un modelo predictivo diseñado específicamente para población mexicana, que ha mostrado buena sensibilidad y especificidad para predecir el riesgo de DMG desde la primera consulta prenatal (24). Su aplicación permite identificar de manera temprana a mujeres con alto riesgo de desarrollar la enfermedad, optimizando recursos y reduciendo complicaciones maternas y neonatales. Estudios recientes en hospitales regionales mexicanos han demostrado que la implementación de modelos predictivos facilita la priorización de intervenciones tempranas y mejora la eficiencia de los servicios de salud (25).

El Hospital General de Tulancingo atiende a una población caracterizada por altas tasas de obesidad, diabetes tipo 2 y limitaciones en el acceso a atención especializada. Este contexto hace especialmente pertinente la aplicación de un modelo predictivo validado

en población mexicana, ya que permite identificar oportunamente a las pacientes con alto riesgo de DG, fortalecer la prevención y mejorar la calidad de la atención prenatal. La adopción de esta estrategia innovadora no solo beneficia la salud materna e infantil, sino que también contribuye a optimizar los recursos hospitalarios y a reducir la carga de enfermedad en la comunidad local.

JUSTIFICACIÓN

La diabetes gestacional es una condición común en mujeres embarazadas, caracterizada por hiperglucemia de nuevo diagnóstico durante el embarazo, que generalmente se resuelve después del parto. Sin embargo, se ha reconocido que la DMG puede tener importantes implicaciones tanto para la madre como para el bebé, aumentando el riesgo de complicaciones como preeclampsia, parto prematuro, macrosomía fetal, y el desarrollo posterior de diabetes tipo 2 en la madre, obesidad infantil. El crecimiento excesivo de la circunferencia abdominal fetal ocurre entre las semanas 20 y 28.

El cribado y el diagnóstico de la DMG se producen entre las semanas 24 y 28 de embarazo; el estándar de oro para el diagnóstico de la DMG es una prueba de tolerancia oral a la glucosa. La detección temprana y el inicio de la atención para la diabetes gestacional son clave para el éxito de las intervenciones.

El diagnóstico temprano de la diabetes gestacional es fundamental para implementar intervenciones oportunas que puedan reducir los riesgos mencionados. Tradicionalmente, el diagnóstico de la diabetes gestacional se realiza mediante pruebas de tolerancia a la glucosa en el segundo trimestre del embarazo. No obstante, el primer trimestre del embarazo es un período crítico para la detección de factores de riesgo, y estudios recientes sugieren que la medición de glucosa sérica en ayuno en esta fase temprana puede ser un marcador predictivo de la aparición de diabetes gestacional.

A pesar de la relevancia de la diabetes gestacional y las pruebas de diagnóstico disponibles, aún existen desafíos en cuanto a la identificación temprana de las mujeres en riesgo. Si se pudieran identificar a las pacientes de alto riesgo en el primer trimestre,

se abrirían oportunidades para un manejo más eficiente y preventivo, lo que podría evitar la progresión a diabetes gestacional y reducir las complicaciones asociadas.

Por lo tanto, esta investigación pretende identificar a las pacientes con factores de riesgo y poder predecir el diagnóstico de diabetes gestacional con el modelo de inteligencia artificial MIDO GDM. Además, se espera que los resultados de este estudio proporcionen evidencia relevante para modificar y optimizar las estrategias de cribado de diabetes gestacional, mejorando así los resultados en la salud materno-infantil.

En México, se han realizado esfuerzos por diseñar modelos específicos adaptados a la población nacional. Uno de los más relevantes es el MIDO GDM (Modelo de Identificación de Diabetes en el Embarazo), desarrollado y validado en mujeres mexicanas, que ha demostrado una adecuada sensibilidad y especificidad para predecir el riesgo de DG. Su aplicación representa una alternativa innovadora para complementar las pruebas diagnósticas tradicionales y mejorar la atención prenatal.

En el contexto regional, el Hospital General de Tulancingo atiende a una población caracterizada por altos índices de obesidad, diabetes tipo 2 y limitaciones en el acceso a servicios especializados. Estas condiciones hacen especialmente pertinente la implementación de modelos predictivos que permitan clasificar a las pacientes desde la primera consulta prenatal, favoreciendo la prevención de complicaciones y optimizando los recursos disponibles.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La diabetes gestacional es una de las complicaciones más frecuentes durante el embarazo y representa un problema de salud pública a nivel mundial y en México, donde su prevalencia se estima entre 8 y 12 % de los embarazos. Esta condición se asocia con un aumento significativo en la morbilidad materna y perinatal, incluyendo hipertensión gestacional, preeclampsia, parto por cesárea, macrosomía fetal, hipoglucemia neonatal y un mayor riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 tanto en la madre como en el hijo.

A pesar de su relevancia clínica, el diagnóstico de DG se realiza comúnmente entre las semanas 24 y 28 de gestación, lo que limita la implementación de estrategias

preventivas tempranas que podrían reducir la aparición de complicaciones. En México, factores como la alta prevalencia de obesidad, sobrepeso y antecedentes familiares de diabetes aumentan la susceptibilidad de las mujeres embarazadas a desarrollar DG. Además, en hospitales regionales como el Hospital General de Tulancingo, el acceso limitado a pruebas diagnósticas especializadas y la concentración de recursos sanitarios dificultan la detección temprana y el seguimiento adecuado de las pacientes en riesgo.

En este contexto, los modelos predictivos han surgido como herramientas innovadoras que integran factores clínicos, demográficos y bioquímicos para estimar el riesgo de desarrollar DG desde la primera consulta prenatal. Entre estos, el modelo MIDO GDM, validado en población mexicana, ha demostrado una adecuada capacidad predictiva y representa una alternativa viable para complementar las pruebas diagnósticas convencionales. Sin embargo, su implementación en hospitales regionales aún es limitada, lo que impide aprovechar su potencial para mejorar la atención prenatal y reducir complicaciones materno-infantiles.

Por lo tanto, surge la necesidad de evaluar la aplicabilidad y eficacia del modelo MIDO GDM en la población del Hospital General de Tulancingo, con el fin de identificar tempranamente a las pacientes en riesgo, priorizar intervenciones preventivas y optimizar los recursos disponibles. Esta investigación permitirá generar evidencia sobre la utilidad de los modelos predictivos en entornos clínicos locales y contribuirá al fortalecimiento de la atención prenatal en México.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué utilidad tiene la implementación de un modelo predictivo MIDO GDM para identificar mujeres en alto riesgo de desarrollar diabetes gestacional en pacientes que ingresan a consulta externa del Hospital General de Tulancingo en 2025?

HIPÓTESIS

Hipótesis principal

El modelo predictivo MIDO GDM es eficaz para identificar a mujeres con alto riesgo de desarrollar diabetes gestacional en pacientes que acuden a consulta externa del Hospital General de Tulancingo en 2025, mostrando una sensibilidad y especificidad adecuadas para su implementación clínica.

Hipótesis nula

La implementación del modelo predictivo no mejora la identificación de pacientes con alto riesgo de desarrollar diabetes gestacional respecto a los métodos clínicos tradicionales.

Hipótesis alterna

La implementación de un modelo predictivo validado en población mexicana permite identificar de manera precisa a las pacientes con alto riesgo de desarrollar diabetes gestacional en el Hospital General de Tulancingo, superando los métodos clínicos tradicionales en sensibilidad y especificidad.

OBJETIVOS

GENERAL

Implementar un modelo predictivo validado en población mexicana que permita identificar oportunamente a pacientes con alto riesgo de desarrollar diabetes gestacional al momento de su ingreso a la consulta externa del Hospital General de Tulancingo en el año 2025.

ESPECIFICOS

1. Utilizar el modelo validado como herramienta de apoyo clínico en la consulta externa.
2. Identificar de forma oportuna y precisa a las pacientes con alto riesgo de desarrollar diabetes gestacional desde su primera consulta.
3. Usar el modelo predictivo para estratificación de riesgo de DMG en mujeres embarazadas.
4. Evaluar el impacto potencial del modelo predictivo en las pacientes que acuden a consulta externa.
5. Identificar los factores de riesgo más asociados con el desarrollo de diabetes gestacional en las pacientes del Hospital General de Tulancingo.
6. Identificar los factores clínicos, demográficos y bioquímicos asociados al desarrollo de diabetes gestacional en las pacientes atendidas en el Hospital General de Tulancingo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, analítico y ambispectivo, que comprendió una fase retrospectiva y una fase prospectiva. En la primera se analizaron los registros clínicos de pacientes atendidas previamente en la consulta externa de obstetricia; en la segunda, se incluyeron de manera consecutiva las pacientes que acudieron durante el periodo de recolección de datos en el año 2025.

Se aplicó un formato a las pacientes quienes cumplían con los criterios de inclusión, dicho éste consiste en recabar información: edad, antecedentes heredofamiliares para diabetes; solo incluyendo padres y hermanos, si tiene diagnóstico de hipertensión arterial, embarazos previos a éste y el peso de último recién nacido, talla de la paciente, peso previo al embarazo, semanas de gestación actual y glucosa ya sea casual o en ayuno; estos datos se introducen a la calculadora MIDO GDM la cual nos permite estimar el riesgo de diabetes gestacional, clasificándolo en riesgo bajo, medio y alto. Posteriormente se sigue a la paciente y se revisa su estudio de curva de tolerancia a la

glucosa oral de 75 gr para ver si existe relación del modelo de inteligencia artificial y el resultado de la CTGO ya sea ésta positiva o negativa. El objetivo principal fue implementar y validar un modelo predictivo previamente desarrollado en población mexicana, para la clasificación del riesgo de desarrollar diabetes gestacional.

DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó un estudio observacional, analítico y ambispectivo.

SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN

LUGAR

El hospital se localiza en el municipio de Santiago Tulantepec, en la comunidad de Paxtepec, dentro del Valle de Tulancingo, situado en la parte sureste del estado de Hidalgo. Colindando con el estado de Puebla. La investigación se desarrolló en la consulta externa de Obstetricia.

TIEMPO

El tiempo de desarrollo de este protocolo fue diciembre del 2024 a mayo del 2025, con un tiempo de recolección de datos entre el mes de enero a septiembre del 2025.

PERSONA

Pacientes que acudan a consulta de primera vez a consulta externa de obstetricia y a consultas posteriores con resultado de curva de tolerancia a la glucosa oral de 75 gr. Provenientes de la zona del valle de Tulancingo y zonas aledañas, como el municipio de Acaxochitlán, huachinango, Xicotepec, Tenango de Doria.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

1. Pacientes con embarazo menor a 32 semanas de gestación sin diagnóstico de Diabetes gestacional.
2. Pacientes que acudieron a consulta de Obstetricia al Hospital General de Tulancingo en el periodo Enero-Septiembre 2025

3. Pacientes con expediente clínico completo
4. Pacientes con disponibilidad para aplicar el formato de MIDO GDM
5. Pacientes quienes se realizaron Curva de tolerancia a la glucosa oral

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

1. Pacientes con diagnóstico previo de Diabetes Mellitus tipo 1 ó 2
2. Pacientes con embarazo mayor a 32 semanas de gestación
3. Pacientes con embarazo múltiple
4. Paciente con enfermedades endocrinas o metabólicas preexistentes
5. Pacientes que no acudieron a la consulta externa de Obstetricia en el Hospital General de Tulancingo
6. Pacientes con expedientes clínicos incompletos

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

1. Pacientes que no acuden a consulta de seguimiento.
2. Pacientes que no se realizaron Curva de tolerancia a la glucosa oral de 75 gr

MARCO MUESTRAL

La población inicial estuvo constituida por 500 mujeres embarazadas que acudieron al servicio de obstetricia en el periodo mencionado. Tras aplicar los criterios de inclusión, exclusión y eliminación, y verificar la completitud de los datos recolectados mediante el formato MIDO GDM, se determinó que únicamente 181 pacientes eran aptas para el análisis.

Por lo tanto, la muestra final utilizada fue de 181 pacientes ($n = 181$). Esta reducción se documentó y justifica la representatividad de la muestra para evaluar el desempeño del modelo predictivo.

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se utilizó la fórmula para proporción en población infinita:

$$n = \frac{Z^2 p q}{d^2}$$

Donde:

- **Z = 1.96** (95% de confianza)
- **p = 0.10** (prevalencia esperada de diabetes gestacional en México)
- **q = 1 - p = 0.90**
- **d = 0.03** (precisión)

Sustituyendo en la fórmula:

$$n = \frac{(1.96)^2(0.10)(0.90)}{(0.03)^2}$$

1. $(1.96)^2 = 3.8416$
2. $(0.10)(0.90) = 0.09$
3. Numerador = $3.8416 \times 0.09 = 0.345744$
4. Denominador = $(0.03)^2 = 0.0009$
5. $n = 0.345744/0.0009 = 384.16$

El tamaño mínimo calculado fue de 384 pacientes, pero se consideraron 500 para compensar posibles pérdidas. Finalmente, tras aplicar criterios de selección, 181 pacientes cumplieron con todos los requisitos para el análisis.

MUESTREO

Se empleará un muestreo probabilístico simple, seleccionando aleatoriamente a las pacientes que cumplan los criterios de inclusión, con el objetivo de garantizar representatividad. El tamaño de la muestra se calculará con un nivel de confianza del 95%, margen de error del 5% y prevalencia estimada de diabetes gestacional en población mexicana, estimando aproximadamente 200 pacientes.

DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES

TABLA 1. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES INDEPENDIENTES

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Escala de medición | Instrumento / fuente de datos |
|----------------------------------|---|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Edad materna | Tiempo desde nacimiento hasta evaluación | Edad en años cumplidos en primera consulta prenatal | Años (numérica continua) | Historia clínica |
| Índice de Masa Corporal | Estado nutricional basado en peso y talla | Peso (kg)/[talla (m)] ² ; normal 18.5–24.9, sobrepeso 25–29.9, obesidad ≥30 | Kilogramo/metro Cuadrado (numérica) | Medición directa |
| Antecedente familiar de Diabetes | Familiares de primer grado con Diabetes | Sí si al menos un familiar de primer grado tiene Diabetes | Sí/No Dicotómica | Entrevista / expediente |
| Número de gestaciones | Total de embarazos previos incluyendo actual | Número total registrado en expediente | Discreta | Historia clínica |
| Presión arterial | Fuerza de la sangre contra la pared arterial | Promedio de dos mediciones con esfigmomanómetro calibrado | En Milímetros de mercurio | Registro clínico |
| Glucosa en ayuno | Concentración de glucosa tras ayuno ≥8h | Valor mg/dL en laboratorio | En miligramos sobre decilitro | Laboratorio clínico |
| Edad gestacional | Tiempo desde FUM o USG | Semanas completas al momento del muestreo | En semanas | Expediente clínico / USG |
| Clasificación de riesgo modelo | Riesgo estimado de DG según modelo predictivo | Bajo / Moderado / Alto según puntuación del modelo | Ordinal | Software modelo validado (MIDO GDM) |

TABLA 2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES DEPENDIENTES

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Escala de medición | Instrumento / fuente de datos |
|---------------------------|---|---|--------------------|---------------------------------|
| Diabetes gestacional (DG) | Intolerancia a carbohidratos diagnosticada durante el embarazo (27) | Prueba de tolerancia oral a la glucosa (75g) 24–28 semanas: ≥92 mg/dL ayuno, ≥180 | Dicotoma (Sí/No) | Laboratorio clínico/ expediente |

| | | | | |
|--------------------------------|--|---|---------|---|
| | | mg/dL 1h, ≥ 153 mg/dL 2h | | |
| Clasificación de riesgo modelo | Riesgo estimado de DG por el modelo predictivo(28) | Bajo / Moderado / Alto riesgo según puntuación del modelo | Ordinal | Software del modelo predictivo validado |

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN

Se utilizó un cuestionario estructurado para la obtención de datos sociodemográficos y antecedentes clínicos, además de la revisión de expedientes médicos y resultados de laboratorio clínico. Las mediciones antropométricas y de presión arterial se realizarán con instrumentos calibrados. La información será registrada en una base de datos electrónica para su análisis mediante software estadístico y el modelo predictivo validado (MIDO GDM).

ASPECTOS ÉTICOS

La presente investigación se regirá por los principios éticos internacionales y nacionales que protegen la dignidad, los derechos y el bienestar de las participantes. Se tomará como base la Declaración de Helsinki (Asamblea Médica Mundial, 2013) y las Pautas Éticas Internacionales para la Investigación Relacionada con la Salud en Seres Humanos del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS, 2016), las cuales establecen que toda investigación médica debe estar sustentada en principios de respeto, beneficencia y justicia, así como en una evaluación previa de riesgos y beneficios. (29)

En el ámbito nacional, la investigación se llevará a cabo conforme a la Ley General de Salud (Título Quinto, Capítulo Único) y al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (Título Segundo, Capítulo I, artículos 13 al 23) (30,31). Dichas normativas establecen que toda investigación en seres humanos deberá:

- Realizarse con respeto absoluto a la dignidad, derechos y bienestar de los sujetos de estudio.
- Contar con la aprobación previa de un Comité de Ética e Investigación.

Con base en el Artículo 17 del Reglamento, esta investigación se considera sin riesgo, ya que no se realizarán procedimientos invasivos ni modificaciones intencionadas de variables biológicas, psicológicas o sociales. La información se obtendrá únicamente

de expedientes clínicos, entrevistas y resultados de laboratorio pertenecientes al control prenatal habitual de las pacientes.

De acuerdo con el Artículo 22 del Reglamento, toda información recolectada será tratada con confidencialidad y anonimato, conforme a lo dispuesto en la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (2010). Los datos serán codificados y utilizados exclusivamente para fines académicos y de investigación científica, resguardándose por el investigador responsable.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

La información recolectada fue capturada y depurada en una base de datos elaborada en Microsoft Excel, para posteriormente ser analizada mediante el programa IBM SPSS Statistics versión. Se efectuó un análisis descriptivo de las características sociodemográficas, clínicas y obstétricas de la población de estudio. Las variables cuantitativas (como edad, IMC, glucosa sérica, semanas de gestación) se presentarán mediante medidas de tendencia central y dispersión (media, mediana, desviación estándar y rangos). Las variables cualitativas (como antecedentes familiares de diabetes, obesidad o hipertensión) se expresarán en frecuencias absolutas y relativas (porcentajes).

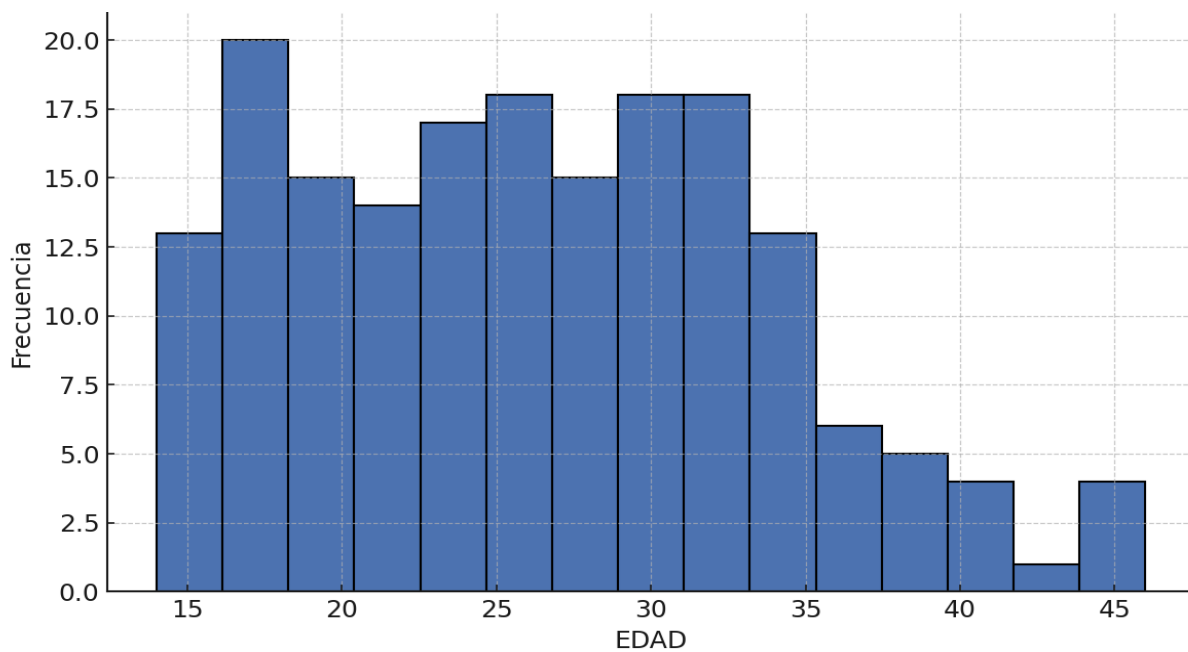
Para explorar la relación entre las variables independientes y la variable dependiente (riesgo o diagnóstico de diabetes gestacional), se aplicarán pruebas de Chi cuadrado (χ^2) o prueba exacta de Fisher para variables categóricas, y prueba t de Student o U de Mann-Whitney para variables cuantitativas, según la distribución de los datos determinada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se calcularán las razones de momios (odds ratio, OR) con sus respectivos intervalos de confianza del 95% (IC95%) para estimar la fuerza de asociación entre los factores de riesgo y la aparición de diabetes gestacional.

Posteriormente, se realizará un análisis multivariado mediante regresión logística binaria, con el objetivo de identificar los factores independientes asociados al desarrollo de diabetes gestacional, ajustando por variables potencialmente confusoras como edad materna, IMC, antecedentes familiares y paridad. Se reportarán los coeficientes β , razones de momios ajustadas (ORa), intervalos de confianza al 95% y valores de p. La capacidad discriminativa del modelo predictivo se evaluará mediante la curva ROC (Receiver Operating Characteristic) y su área bajo la curva (AUC), mientras que el ajuste del modelo se verificará con la prueba de Hosmer-Lemeshow. Asimismo, se

estimarán los indicadores de desempeño diagnóstico: sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN).

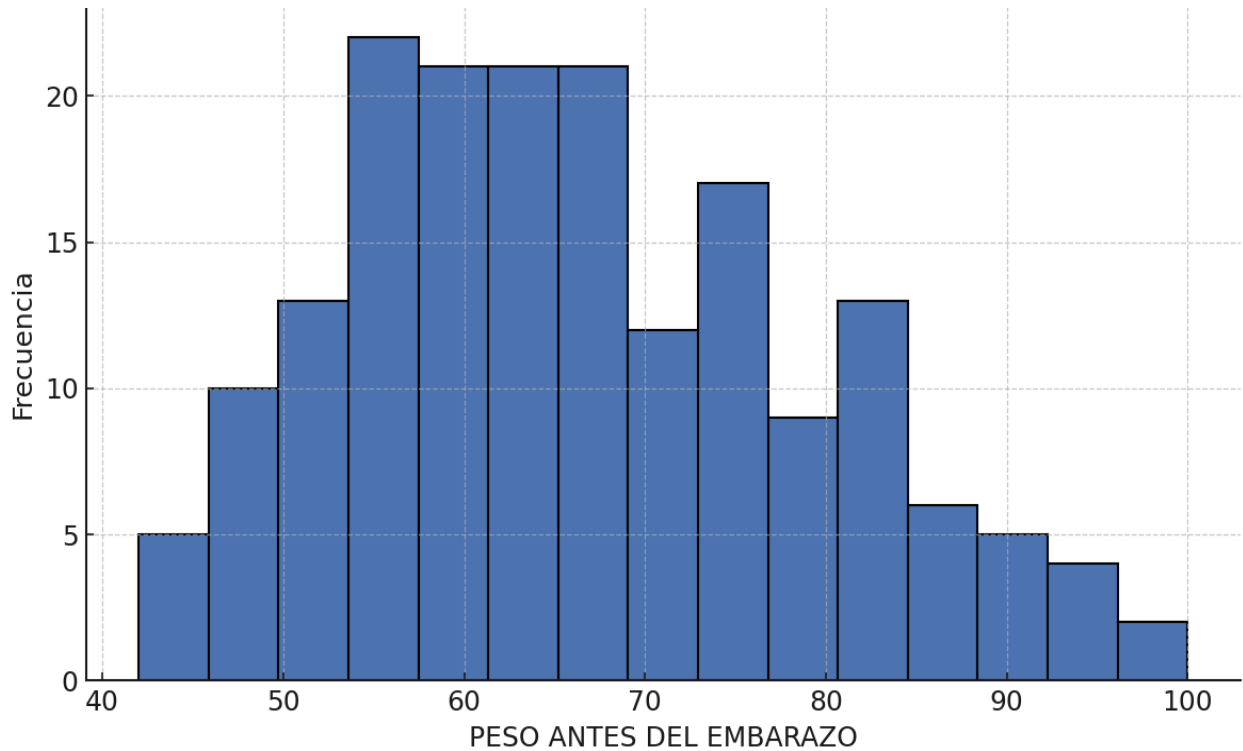
Se considerará un valor de $p < 0.05$ como estadísticamente significativo y un nivel de confianza del 95% para todas las pruebas. Los resultados se presentarán en tablas y gráficos elaborados en los programas estadísticos mencionados, y se interpretarán conforme a los criterios epidemiológicos y clínicos establecidos en la literatura científica.

FIGURA 1.- HISTOGRAMA DE EDAD



Distribución de edades de las 181 gestantes del estudio. La media fue de 26.4 años (DE ± 7.4), con rango de 14 a 46 años. La mayoría se concentró entre los 20 y 30 años.

FIGURA 2.- HISTOGRAMA DE PESO ANTES DEL EMBRAZO



Distribución del peso previo al embarazo. El valor promedio fue de 66.6 kg (DE ± 12.9), con tendencia a concentrarse entre 60 y 70 kg.

TABLA 3.-INDICE DE MASA CORPORAL

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válido | 62 | 34.3 | 34.3 | 34.3 |
| Sobrepeso | 64 | 35.4 | 35.4 | 69.6 |
| Obesidad II | 55 | 30.4 | 30.4 | 100.0 |
| Total | 181 | 100.0 | 100.0 | |

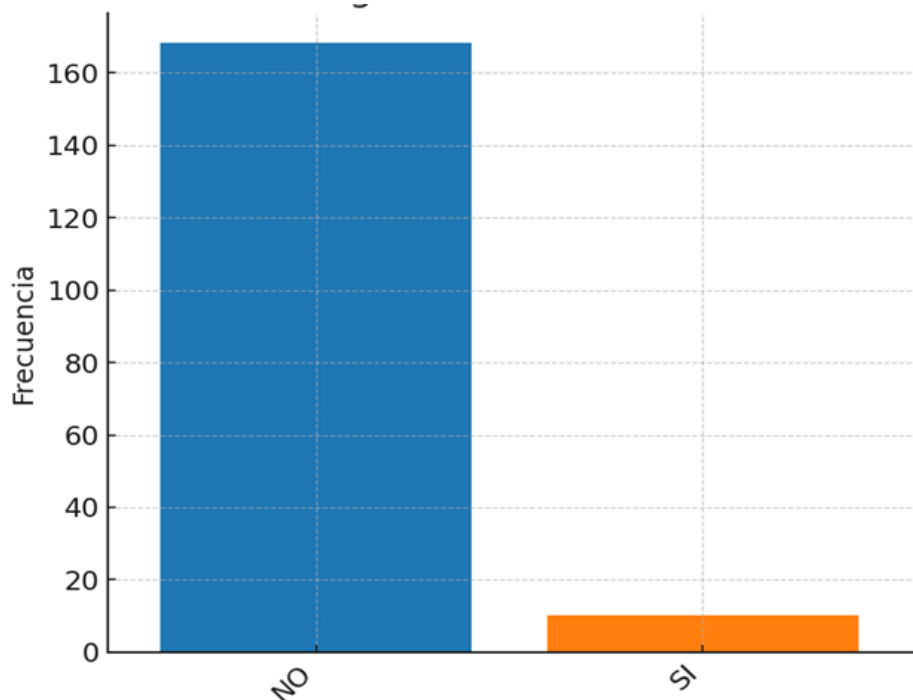
Distribución del índice de masa corporal pregestacional de las 181 gestantes. Se observa una mayor frecuencia de pacientes con sobrepeso (35.4%) y obesidad (30.4%).

TABLA 4.- ANTECEDENTES HEREDOFAMILIARES PARA DIABETES TIPO 2

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------|-----------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válido | Madre | 29 | 16.0 | 16.0 | 16.0 |
| | Padre | 36 | 19.9 | 19.9 | 35.9 |
| | Negados | 113 | 62.4 | 62.4 | 98.3 |
| | Hermanos | 2 | 1.1 | 1.1 | 99.4 |
| | Hermano y padre | 1 | .6 | .6 | 100.0 |
| | Total | 181 | 100.0 | 100.0 | |

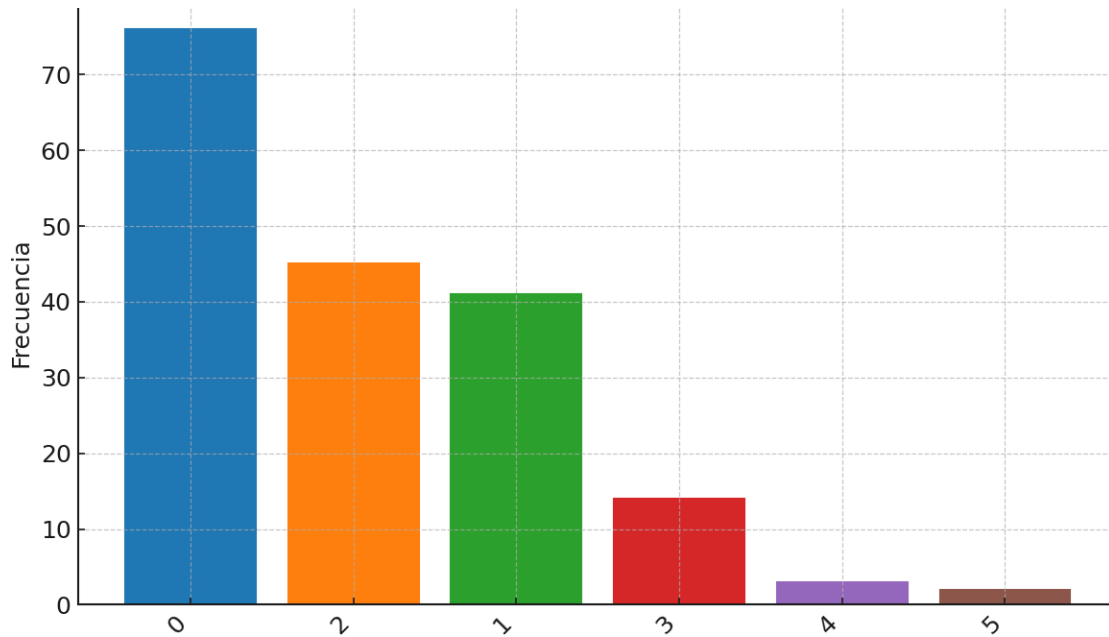
La mayoría de las participantes negó antecedentes (62.4%), mientras que un 37.6% refirió al menos un familiar de primer grado afectado, principalmente padre (19.9%) o madre (16%).

FIGURA 3.-GRÁFICA DE BARRAS DISTRIBUCIÓN DE HIPERTENSIÓN



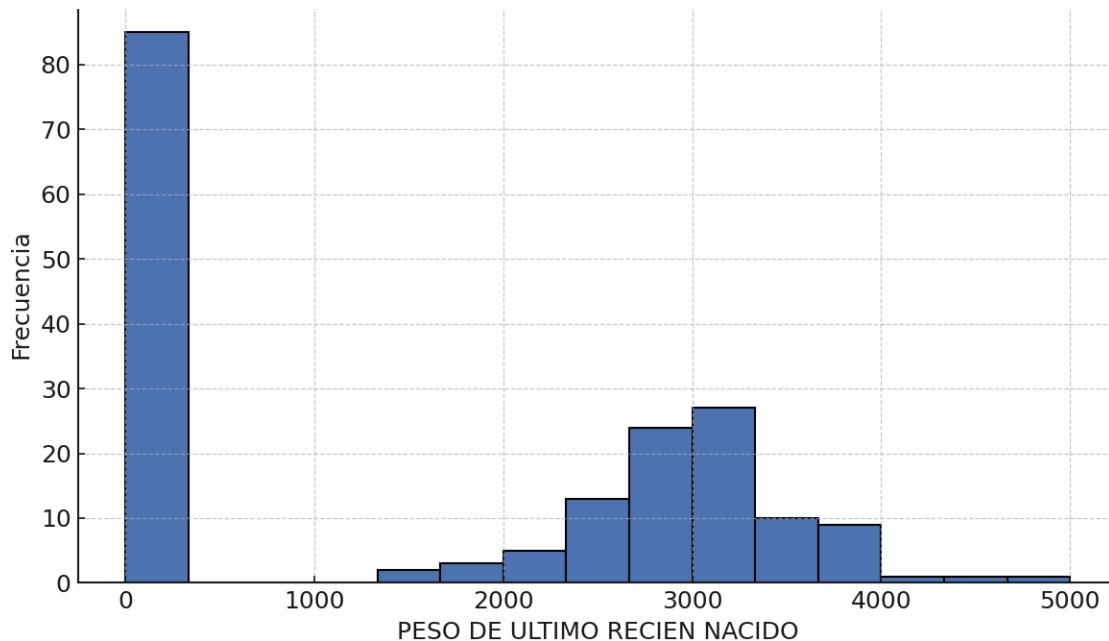
El 92.8% de las pacientes no presentó hipertensión, mientras que el 7.2% sí refirió antecedentes de la enfermedad.

FIGURA 4.-DISTRIBUCIÓN DE EMBARAZOS PREVIOS



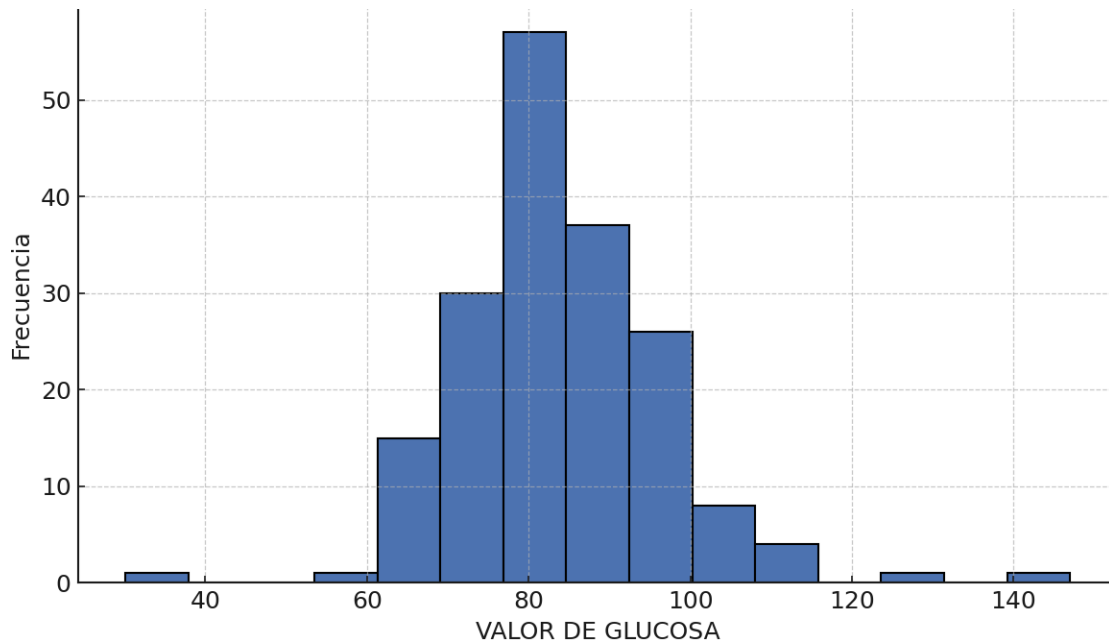
La mayoría de las gestantes eran primigestas (42%). El resto tuvo entre 1 y 5 embarazos previos

FIGURA 5.- HISTOGRAMA DE PESO DE ÚLTIMO RECIÉN NACIDO



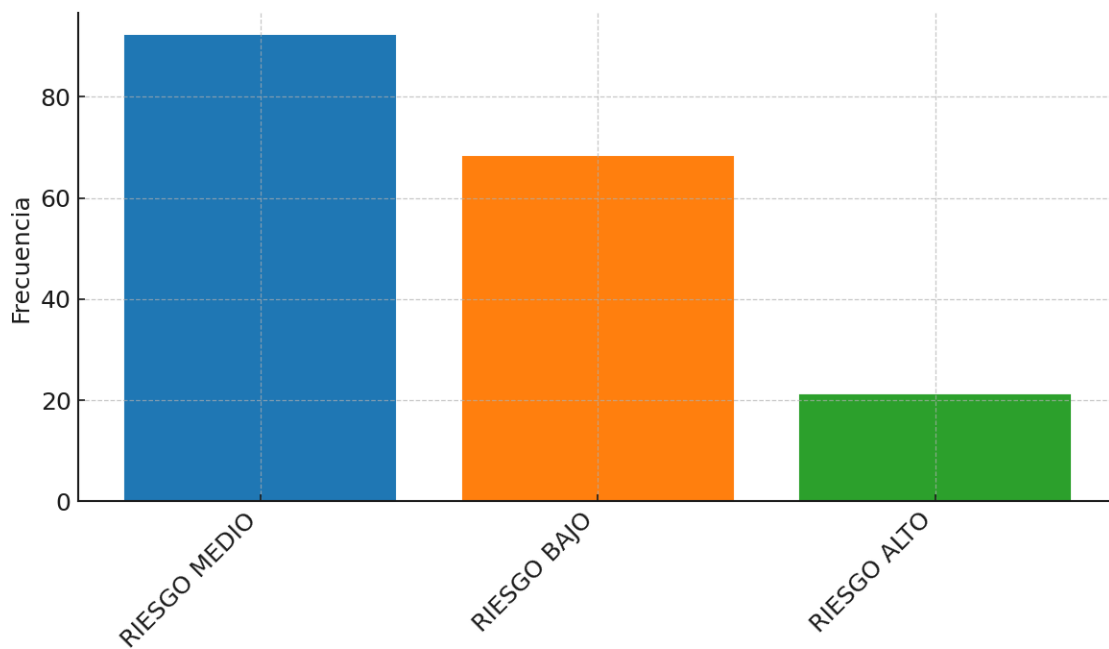
Distribución del peso en gramos del último recién nacido de las gestantes incluidas en el estudio. La media fue de **1592.6 g** (DE ± 1562.4), con valores que oscilaron entre 0 y 5000 g. La dispersión refleja la presencia de casos con partos previos no registrados o pérdidas gestacionales.

FIGURA 6.- HISTOGRAMA DE VALOR DE GLUCOSA



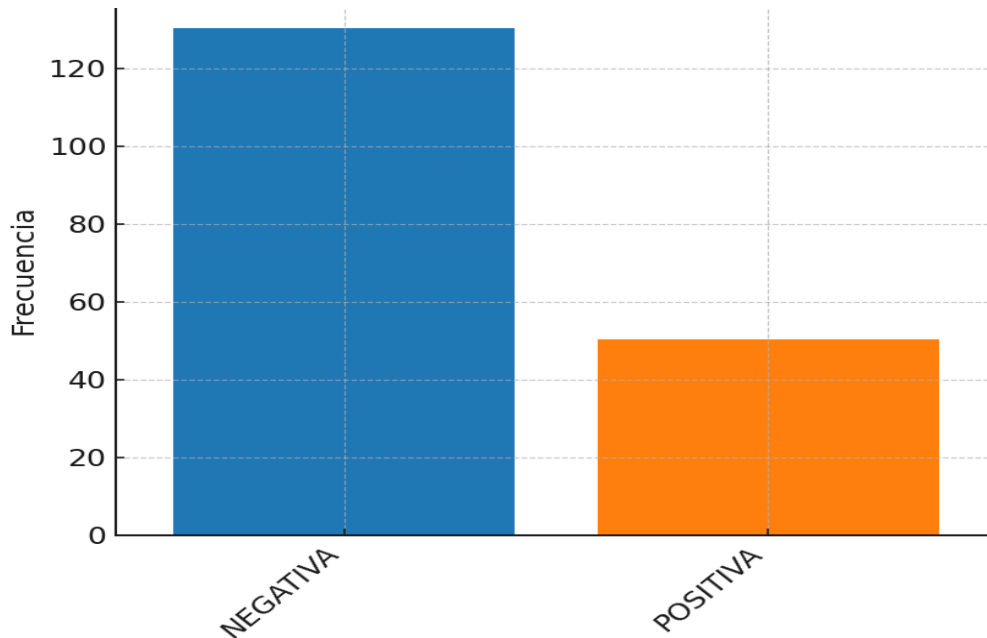
Distribución de los valores de glucosa capilar o en ayuno de las 181 participantes. La media fue de **83.9 mg/dL** (DE ± 12.9). La mayoría de las pacientes presentó valores dentro de rangos normales, sin evidencia de hiperglucemia significativa en la medición inicial.

FIGURA 7.- DISTRIBUCIÓN DE MIDO GDM



Clasificación del riesgo de desarrollar diabetes gestacional según el modelo MIDO GDM. El grupo predominante fue riesgo medio (50.8%), seguido de riesgo bajo y alto.

FIGURA 8.-DISTRIBUCIÓN DE DIABETES GESTACIONAL



RESULTADOS

Para conocer un modelo predictivo validado en población mexicana para clasificación de riesgo de desarrollar diabetes gestacional, fueron seleccionadas 181 pacientes con embarazo menor a 32 semanas de gestación, cuyas características fueron edad media de 26.4 ± 7.4 , antecedentes de diabetes mellitus negados en 113 (62%), de las que cursaban con obesidad 55 (30%), eran hipertensas 10 (5%). Demás características se muestran en la tabla 5.

**TABLA 5.- CARACTERÍSTICAS DE LAS GESTANTES DEL ESTUDIO
N= 181**

| Características | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------------------|------------|------------|
| Antecedentes familiares | | |
| Negados | 113 | 62.4 |
| Madre | 29 | 16 |
| Padre | 36 | 19.9 |
| Hermanos | 2 | 1.1 |
| Hermano y padre | 1 | 0.6 |

| | | |
|--|-----|------|
| Constitución física | | |
| Peso normal | 62 | 34.3 |
| Sobrepeso | 64 | 35.4 |
| Obesidad II | 55 | 30.4 |
| Antecedentes de hipertensión arterial | | |
| Presente | 10 | 5 |
| Ausente | 171 | 95 |

Fuente: Hospital General de Tulancingo

Las características obstétricas de esta cohorte de pacientes fueron semanas de gestación media de 25 ± 5 , su glicemia inicial fue de 83 ± 13 , peso del último producto 1592 ± 1562 (máx. 5000), número de embarazos previos ninguno con 76 (42%). Como se detalla en la tabla 2.

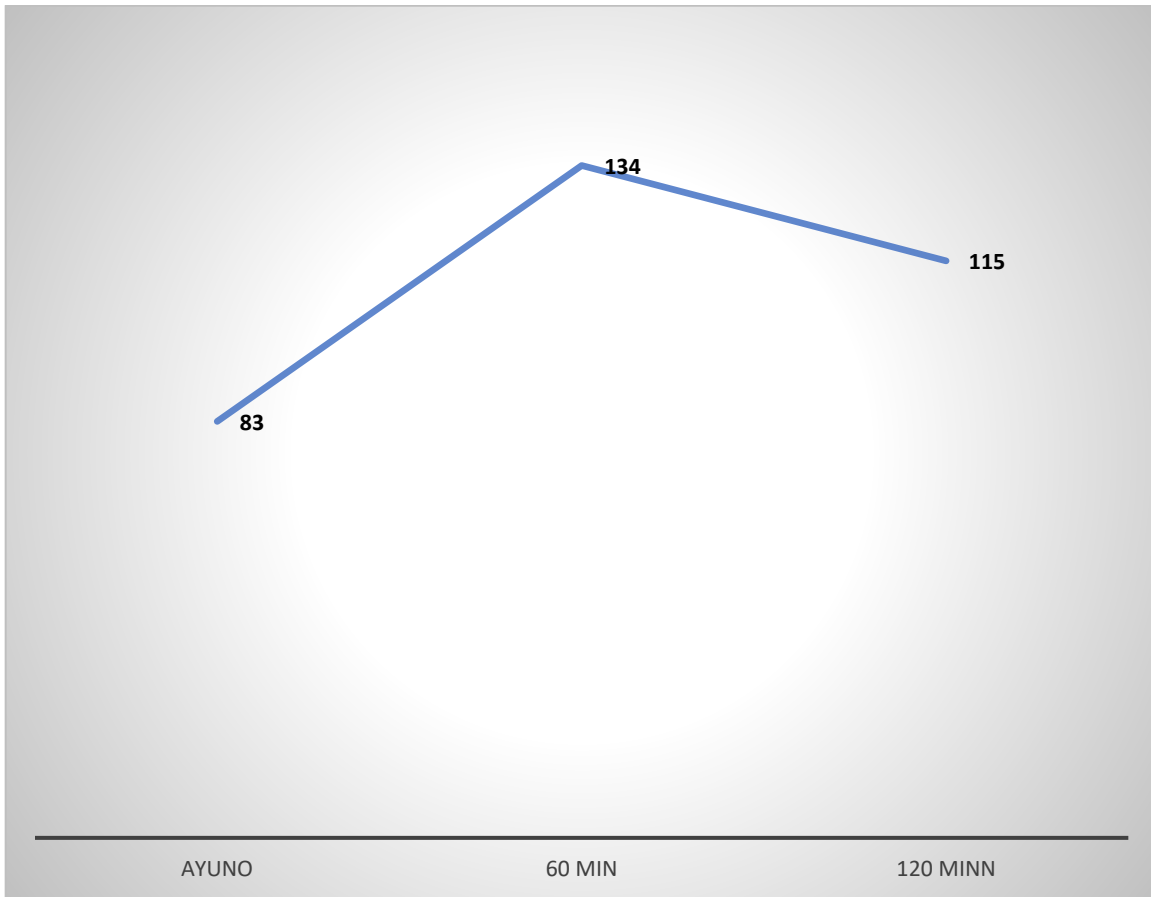
TABLA 6.- CARACTERÍSTICAS OBSTÉTRICAS DE LAS GESTANTES DEL ESTUDIO

| Características obstétricas | Media | Desviación estándar |
|---|--------------|----------------------------|
| Semanas de gestación | 25 | 5 |
| Peso en gm., del último producto | 1592 | 1562 |
| Glicemia | 83 | 13 |
| Número de embarazos previos | | |
| Ninguno | 76 | 42 |
| 1 | 41 | 22.7 |
| 2 | 45 | 24.9 |
| 3 | 14 | 7.7 |
| 4 | 3 | 1.7 |
| 5 | 2 | 1.1 |

Fuente: Hospital General de Tulancingo

El desarrollo promedio de la sobrecarga oral de glucosa de 75 mgs., en mg/dl fue a los 60 minutos con 134 ± 39 . Como se demuestra en la figura 9.

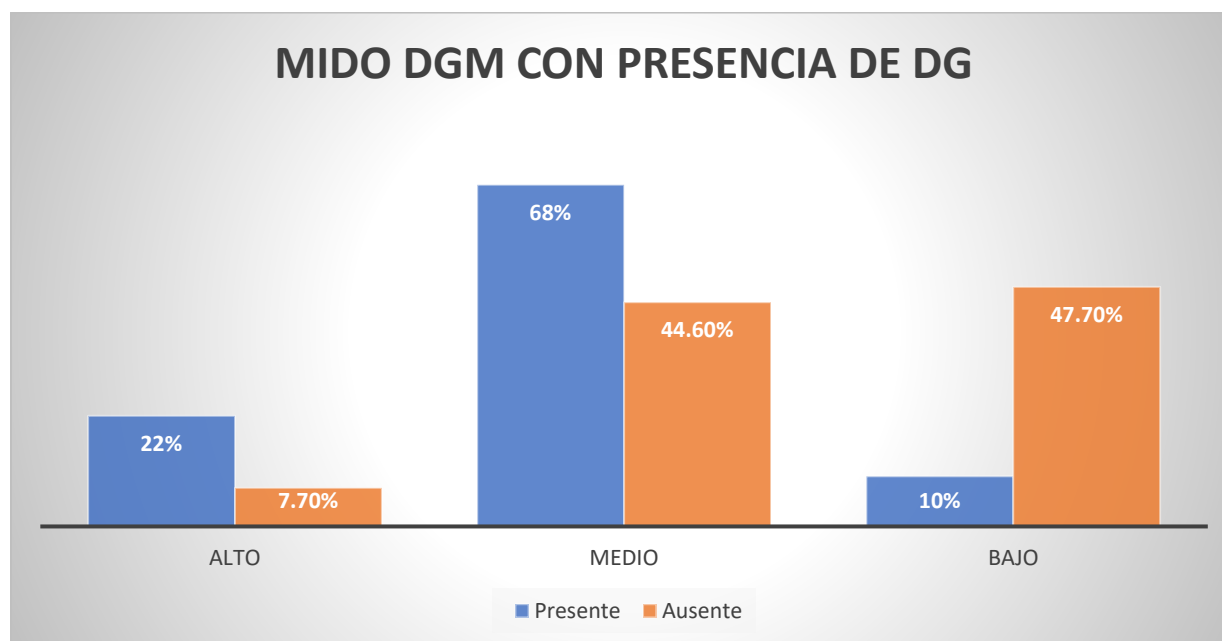
**FIGURA 9.- VALORES PROMEDIO DE GLICEMIA EN MG/DL DE TIEMPOS DETERMINADOS DE LAS GESTANTES DEL ESTUDIO
N= 181**



Fuente: Hospital General de Tulancingo

Los resultados del modelo predictivo MIDO GDM en relación con la diabetes gestacional (DG), se muestran como alto en DG presente 11 (22%), ausente con 10 (7.7%), $p < 0.000$. Como se observa en la figura 10.

**FIGURA 10.-RESULTADOS DE MIDO GM DE LAS GESTANTES DEL ESTUDIO EN RELACIÓN CON LA DIABETES GESTACIONAL
N= 181**



**Fuente: Hospital General de Tulancingo
P<0.000 con U de Mann Whitney**

La capacidad predictiva del modelo predictivo MIDO GDM dicotómico (alto y medio-bajo) fue especificidad de 92% (IC 95% 86.4-95.8), valor predictivo negativo de 76% (IC 95% 68.2-81.5).

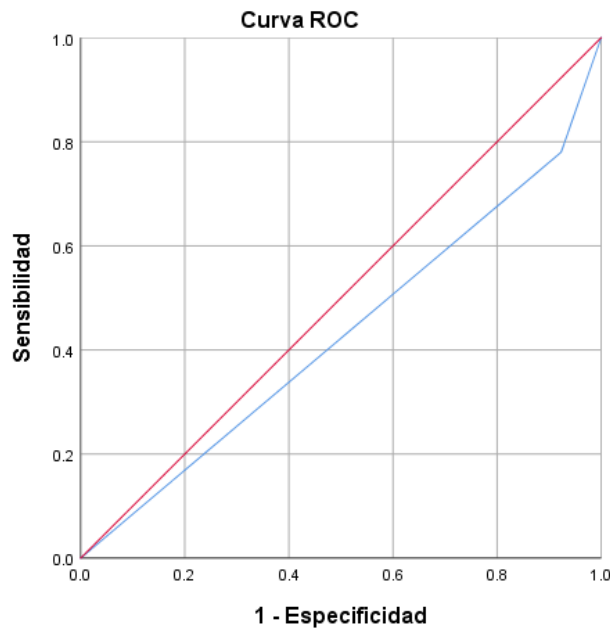
**TABLA 7.- CAPACIDAD PREDICTIVA DEL MODELO MIDO DGM DICOTÓMICO DE LAS GESTANTES DEL ESTUDIO PARA DIABETES GESTACIONAL
N= 181**

| Prueba diagnóstica | Porcentaje | IC 95% () |
|---------------------------|------------|------------|
| Sensibilidad | 22 | 12.8-35.2 |
| Especificidad | 92 | 86.4-95.8 |
| Valor predictivo positivo | 52 | 32.4-71.7 |
| Valor predictivo negativo | 76 | 68.2-81.5 |
| Falsos positivos | 8 | 4.2-13.6 |
| Falsos negativos | 78 | 64.8-87.2 |

Fuente: Hospital General de Tulancingo

La capacidad predictiva mediante curvas ROC (Receiver Operating Characteristic), obtuvo un área bajo la curva (AUC) de 0.42 IC 95% 0.33-0.52), lo que indica mediano poder discriminativo

FIGURA 11. CAPACIDAD PREDICTIVA DE MIDO DGM DICOTÓMICO DE LAS GESTANTES DEL ESTUDIO PARA DIABETES GESTACIONAL CON CURVA ROC. N= 181



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

Área bajo la curva

Variables de resultado de prueba: MIDO GDM-DIC

| Área | Desv. Error ^a | Significación asintótica | 95% de intervalo de confianza asintótico | |
|------|--------------------------|--------------------------|--|-----------------|
| | | | Límite inferior | Límite superior |
| .428 | .050 | .138 | .331 | .526 |

Fuente: Hospital General de Tulancingo

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se analizó con medidas de tendencia central para variables cuantitativas y para cualitativas con frecuencias absolutas y relativas. El análisis inferencial fue con U de Mann Whitney siendo $p < 0.05$ para ser significativo, además mediante pruebas de sensibilidad y especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo; con IC al 95%; curva ROC utilizando el paquete estadístico SPSSv27.0.

De la siguiente manera:

| MIDO DGM/DG | Presente | Ausente |
|-------------|----------|---------|
| Alto | VP | FP |
| Medio bajo | FN | VN |

DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el desempeño del modelo predictivo MIDO GDM, validado en población mexicana, para la clasificación del riesgo de desarrollar diabetes gestacional (DG) en pacientes atendidas en el Hospital General de Tulancingo. Los resultados mostraron que, aunque el modelo presentó una alta especificidad (92%) y un valor predictivo negativo de 76%, su sensibilidad (22%) y área bajo la curva ROC (0.42) fueron limitadas, lo que indica una capacidad discriminativa baja para identificar casos verdaderos de DG en esta población.

La población estudiada estuvo compuesta por mujeres jóvenes, con una edad media de 26.4 años, lo cual coincide con lo reportado en la validación original del modelo MIDO GDM en población mexicana, donde la media fue de 27 años. Sin embargo, las diferencias observadas en el rendimiento del modelo podrían deberse a las características clínicas locales, como una menor prevalencia de obesidad (30%) y una frecuencia más baja de antecedentes familiares de diabetes (38%) en comparación con otras cohortes nacionales, donde estos factores superan el 50%.

El valor predictivo negativo del 76% sugiere que el modelo conserva una utilidad moderada como herramienta de tamizaje inicial para descartar casos de bajo riesgo, reduciendo la necesidad de pruebas de tolerancia oral a la glucosa en pacientes con puntuaciones bajas. Sin embargo, la baja sensibilidad (22%) limita su capacidad para identificar casos positivos, lo que coincide con los hallazgos de investigaciones internacionales como los modelos de IADPSG y Carpenter-Coustan, que también muestran variabilidad en su rendimiento cuando se aplican a diferentes contextos poblacionales.

El AUC de 0.42 obtenido en este estudio refleja un poder discriminativo inferior al esperado, lo que podría explicarse por factores como la diferencia en el tamaño muestral (181 casos frente a >1000 en estudios de validación), la distribución no homogénea de las variables predictoras (edad, IMC, glucosa basal) y la aplicación del modelo en un entorno hospitalario distinto del original. Otros estudios realizados en México, como el de Reyes-Muñoz et al. (2020), han señalado que los modelos predictivos deben ajustarse a las condiciones epidemiológicas y demográficas de cada región para mejorar su exactitud.

A pesar de ello, la alta especificidad del modelo MIDO GDM observada en este estudio sugiere que puede ser una herramienta útil para confirmar ausencia de riesgo, optimizando recursos diagnósticos y priorizando a las pacientes con mayor probabilidad

de desarrollar DG. Este resultado refuerza la importancia de validar y adaptar los modelos predictivos en contextos locales, particularmente en unidades de segundo nivel de atención como el Hospital General de Tulancingo, donde la implementación de pruebas universales puede ser limitada.

Entre las limitaciones del estudio destacan el tamaño muestral relativamente pequeño, la inclusión de pacientes hasta las 32 semanas de gestación (lo que puede afectar la sensibilidad del modelo) y la falta de análisis de otras variables metabólicas como insulina basal o antecedentes de síndrome de ovario poliquístico, que podrían mejorar la capacidad predictiva. Además, la naturaleza transversal del diseño impide establecer causalidad entre los factores asociados y la aparición de DMG.

Sin embargo, este estudio aporta evidencia local relevante sobre el comportamiento del modelo MIDO GDM en población hidalguense y resalta la necesidad de ajustar los puntos de corte y ponderaciones del modelo para aumentar su sensibilidad sin comprometer su especificidad. La validación y calibración continua de modelos predictivos en distintos contextos regionales contribuirá al desarrollo de estrategias más precisas para la detección temprana de diabetes gestacional, un problema de salud pública con impacto significativo en la morbilidad materno-fetal.

CONCLUSIONES

El modelo predictivo MIDO GDM mostró una alta especificidad (92%) y un adecuado valor predictivo negativo (76%), lo que indica que es útil para identificar correctamente a las pacientes con bajo riesgo de desarrollar diabetes gestacional, disminuyendo el número de falsos positivos y optimizando los recursos en el tamizaje. La sensibilidad del modelo fue baja (22%), lo que limita su capacidad para detectar a todas las pacientes que desarrollarán diabetes gestacional. Sin embargo, su alto valor de especificidad sugiere que puede emplearse como herramienta de apoyo inicial en el primer nivel de atención.

El modelo MIDO GDM constituye una herramienta práctica y de bajo costo para la estratificación del riesgo en mujeres embarazadas, especialmente en contextos de atención primaria, contribuyendo a la detección oportuna y prevención de complicaciones perinatales asociadas a la diabetes gestacional.

RECOMENDACIONES

1. Aplicación clínica del modelo MIDO GDM: Se recomienda implementar el modelo MIDO GDM como herramienta de tamizaje inicial en la consulta prenatal de primer nivel, con el fin de identificar oportunamente a las pacientes con bajo o alto riesgo de desarrollar diabetes gestacional. Su alta especificidad y valor predictivo negativo lo hacen útil para descartar casos de bajo riesgo, optimizando recursos diagnósticos y de laboratorio.
2. Ajuste y validación regional del modelo: Debido a la baja sensibilidad observada en esta población, se sugiere ajustar los puntos de corte y ponderaciones del modelo MIDO GDM según las características epidemiológicas locales. Es necesario realizar estudios multicéntricos que incluyan diferentes regiones del país para recalibrar el modelo y mejorar su poder discriminativo.
3. Capacitación del personal de salud: Es necesario capacitar al personal médico y de enfermería en el uso del modelo MIDO GDM y en la interpretación de sus resultados, para garantizar su aplicación adecuada y uniforme durante la atención prenatal.
4. Integración digital en el expediente clínico: Se propone incorporar el modelo MIDO GDM dentro del sistema electrónico de expediente clínico del Hospital General de Tulancingo y otras unidades del sector salud, para facilitar su uso automatizado y mejorar la trazabilidad de los datos.
5. Seguimiento longitudinal: Se recomienda dar seguimiento a las pacientes identificadas con riesgo alto por el modelo, evaluando los resultados perinatales y el desarrollo de diabetes gestacional en embarazos subsecuentes, a fin de valorar el impacto a largo plazo de la herramienta predictiva.

REFERENCIAS

1. Diagnóstico y tratamiento de la diabetes en el embarazo. México: Instituto Mexicano del Seguro Social; 03/11/2016
2. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 15. Management of diabetes in pregnancy: Standards of Care in Diabetes—2025. *Diabetes Care* 2025;48(Suppl. 1): S306–S320
3. ACOG Practice Bulletin No. 190: Gestational Diabetes Mellitus. *Obstet Gynecol.* 2018 Feb;131(2):e49-e64.
4. Gestacional PD. DIABETES GESTACIONAL. [Fetalmedicinebarcelona.org](https://fetalmedicinebarcelona.org). Disponible en: <https://fetalmedicinebarcelona.org/wp-content/uploads/2024/02/diabetes-gestacional.pdf>

5. Abu Samra N, Jelinek HF, Alsafar H, Asghar F, Seoud M, Hussein SM, et al. Genómica y epigenómica de la diabetes mellitus gestacional: Comprensión de las vías moleculares de la patogénesis de la enfermedad. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2022; 23(7):3514. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms23073514>
6. Alesi S, Ghelani D, Rassie K, Mousa A. Biomarcadores metabólicos en la diabetes mellitus gestacional: una revisión de la evidencia. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2021; 22(11):5512. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms22115512>
7. Tong J-N, Wu L-L, Chen Y-X, Guan X-N, Tian F-Y, Zhang H-F, et al. La glucosa plasmática en ayunas en el primer trimestre se relaciona con la diabetes mellitus gestacional y los resultados adversos del embarazo. *Endocrino* [Internet]. 2022; 75(1):70–81. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s12020-021-02831>.
8. Ramezani Tehrani F, Farzadfar F, Hosseinpanah F, Rahmati M, Firouzi F, Abedini M, et al. Does fasting plasma glucose values 5.1-5.6 mmol/l in the first trimester of gestation a matter? *Front Endocrinol (Lausanne)* [Internet]. 2023;14:1155007. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fendo.2023.1155007>
9. Li P, Lin S, Li L, Cui J, Zhou S, Fan J. First-trimester fasting plasma glucose as a predictor of gestational diabetes mellitus and the association with adverse pregnancy outcomes: FPG predicting for GDM. *Pak J Med Sci Q* [Internet]. 2019;35(1):95–100. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.12669/pjms.35.1.216>
10. Bhattacharya S, Nagendra L, Krishnamurthy A, Lakhani OJ, Kapoor N, Kalra B, Kalra S. Early Gestational Diabetes Mellitus: Diagnostic Strategies and Clinical Implications. *Med Sci (Basel)*. 2021 Sep 23;9(4):59. doi: 10.3390/medsci9040059. PMID: 34698239; PMCID: PMC8544345.
11. Reyes-Muñoz E, Sandoval-Osuna NL, Reyes-Mayoral C, Ortega-González C, Martínez-Cruz N, Ramírez-Torres MA, et al. Sensitivity of fasting glucose for gestational diabetes mellitus screening in Mexican adolescents based on International Association of Diabetes and Pregnancy Study Groups criteria: a diagnostic accuracy study based on retrospective data analysis. *BMJ Open* [Internet]. 2018;8(4):e021617. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2018-021617>
12. Wilkie GL, Leftwich HK, Delpapa E, Moore Simas TA, Nunes AP. Trends in screening for diabetes in early pregnancy in the United States. *J Womens Health (Larchmt)* [Internet]. 2023;32(4):416–22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1089/jwh.2022.0305>
13. Bhattacharya S, Nagendra L, Krishnamurthy A, Lakhani OJ, Kapoor N, Kalra B, et al. Early gestational diabetes mellitus: Diagnostic strategies and clinical implications. *Med Sci (Basel)* [Internet]. 2021;9(4):59. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/medsci9040059>
14. Sesnilo G, Prats P, Garcia S, Rodríguez I, Rodríguez-Melcón A, Berges I, et al. First-trimester fasting glycemia as a predictor of gestational diabetes (GDM) and adverse pregnancy outcomes. *Acta Diabetol* [Internet]. 2020;57(6):697–703. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00592-019-01474-8>
15. Gallardo-Rincón H, Ríos-Blancas MJ, Ortega-Montiel J, Montoya A, Martínez-Juarez LA, Lomelín-Gascón J, Saucedo-Martínez R, Mújica-Rosales R, Galicia-Hernández V, Morales-Juárez L, Illescas-Correa LM, Ruiz-Cabrera IL, Díaz-Martínez DA, Mago-Vázquez FJ, Ávila EO, Benitez-Herrera AE, Reyes-Gómez D, Carmona-Ramos MC, Hernández-González L, Romero-Islas O, Muñoz ER, Tapia-Conyer R. MIDO GDM: an innovative artificial intelligence-based prediction model for the development of gestational diabetes in Mexican women. *Sci Rep*. 2023 Apr 28;13(1):6992. doi: 10.1038/s41598-023-34126-7. PMID: 37117235; PMCID: PMC10144896.

16. O'Sullivan JB, Mahan CM. Criteria for the oral glucose tolerance test in pregnancy. *Diabetes*. 1964;13:278-85.
17. American Diabetes Association. Gestational diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 1979;2:193-5.
18. World Health Organization. Diagnostic criteria and classification of hyperglycaemia first detected in pregnancy. Geneva: WHO; 2013.
19. van Leeuwen M, Opmeer BC, Zweers EJ, et al. Estimating the risk of gestational diabetes mellitus: a clinical prediction model. *BJOG*. 2010;117:69-75.
20. HAPO Study Cooperative Research Group. Hyperglycemia and adverse pregnancy outcomes. *N Engl J Med*. 2008;358:1991-2002.
21. Teede HJ, Harrison CL, Teh WT, Paul E, Allan CA. Gestational diabetes: development of an early risk prediction tool. *Aust N Z J Obstet Gynaecol*. 2011;51:499-504.
22. Goldstein BA, Navar AM, Pencina MJ, Ioannidis JP. Opportunities and challenges in developing risk prediction models with machine learning. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2017;10:e003917.
23. Rojas-Martínez R, Basto-Abreu A, Aguilar-Salinas CA, et al. Prevalencia de diabetes gestacional en México: ENSANUT 2016. *Salud Publica Mex*. 2018;60:233-41.
24. Ramírez-Torres A, González-Macías C, Ramírez-Arriola MC, et al. Desarrollo y validación de un modelo predictivo para diabetes gestacional en población mexicana (MIDO GDM). *Rev Med IMSS*. 2021;59:101-10.
25. Cubillos G, Monckeberg M, Plaza A, et al. Development of machine learning models to predict gestational diabetes risk in early pregnancy. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2023;23:469.
26. Cámara de Diputados, C., Congreso De, D. H., & Unión, L. A. (s/f). REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE SALUD EN MATERIA DE INVESTIGACION PARA LA SALUD. Gob.mx. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGS MPSAM 170718.pdf
27. American Diabetes Association. *Standards of Care in Diabetes—2023*. *Diabetes Care*. 2023;46(Suppl.1):S1–S194.
28. Flores-León J, Martínez-Ramírez O, et al. *MIDO-GDM: Modelo predictivo de diabetes gestacional en mujeres mexicanas*. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2022;60(2):137–146
29. World Medical Association. *Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects*. *JAMA*. 2013;310(20):2191–2194
30. Secretaría de Salud. *Ley General de Salud*. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 1 de marzo de 2024. México: DOF; 2024.
31. Secretaría de Salud. *Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud*. Diario Oficial de la Federación. México: DOF; 2014.

ANEXOS

1.-HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| CALCULADORA DE RIESGO PARA DESARROLLAR DIABETES GESTACIONAL PARA USO DE PROFESIONALES DE LA SALUD | | |
|--|-------|--------|
| NOMBRE DE LA PACIENTE: | | |
| EXPEDIENTE: | | |
| EDAD: | | |
| PESO ANTES DEL EMBARAZO: | | |
| ESTATURA: | | |
| ¿A ALGUNO DE SUS PADRES O HERMANOS LE HAN DIAGNOSTICADO DIABETES? | SI | NO |
| ¿SU MÉDICO LE HA DICHO QUE TIENE HIPERTENSIÓN? | SI | NO |
| ¿HA TENIDO EMBARAZOS PREVIOS? | SI | NO |
| NÚMERO DE EMBARAZOS PREVIOS | | |
| PESO AL NACER DE SU ÚLTIMO RECIEN NACIDO VIVO | | |
| | | |
| SEMANAS DE GESTACION ACTUAL | | |
| VALOR DE GLUCOSA CAPILAR: | AYUNO | CASUAL |

2.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| | 2024 | | | 2025 | | | | | | | | | |
|---|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Actividad/Mes | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct |
| Búsqueda bibliográfica | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración de marco teórico | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración de antecedentes | | | | | | | | | | | | | |
| Integración de la metodología de la investigación | | | | | | | | | | | | | |
| Presentación ante comités | | | | | | | | | | | | | |
| Correcciones del protocolo | | | | | | | | | | | | | |
| Trabajo de campo | | | | | | | | | | | | | |
| Análisis estadístico | | | | | | | | | | | | | |
| Informe final | | | | | | | | | | | | | |