



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

---

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD

HOSPITAL DE GINECO OBSTETRICIA No. 4

“LUIS CASTELAZO AYALA”

**CORRELACIÓN DEL PESO FETAL AL NACIMIENTO (EN EMBARAZOS A  
TÉRMINO) CON EL PESO FETAL ESTIMADO POR LAS FÓRMULAS DE  
JOHNSON-TOSHACH, HADLOCK Y COMBS**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA

P R E S E N T A:

DR. JOSÉ PABLO JIMÉNEZ GONZÁLEZ

ASESOR

DR. ARMANDO ALBERTO MORENO SANTILLÁN

ASESORA METODOLÓGICA

DRA. EN C. NORMA ELIZABETH BARRIO MUÑOZ

CIUDAD DE MÉXICO

GRADUACIÓN MAYO 2018





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

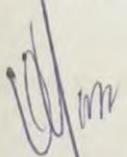
## ÍNDICE

<b>Carta de aceptación del trabajo de tesis.....</b>	<b>3</b>
<b>Agradecimientos y dedicatoria.....</b>	<b>4</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>6</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>11</b>
<b>Pregunta de Investigación.....</b>	<b>12</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>13</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>14</b>
<b>Material y Métodos.....</b>	<b>15</b>
<b>Especificación de las variables.....</b>	<b>16</b>
<b>Muestra.....</b>	<b>18</b>
<b>Estrategias de trabajo .....</b>	<b>19</b>
<b>Análisis estadístico.....</b>	<b>20</b>
<b>Aspectos Éticos.....</b>	<b>21</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>22</b>
<b>Discusión.....</b>	<b>26</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>27</b>
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>28</b>
<b>Anexo 1.....</b>	<b>30</b>
<b>Anexo 2.....</b>	<b>31</b>
<b>Anexo 3.....</b>	<b>32</b>
<b>Anexo 4.....</b>	<b>33</b>

UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD DE GINECO OBSTETRICIA No.4  
"LUIS CASTELAZO AYALA"  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

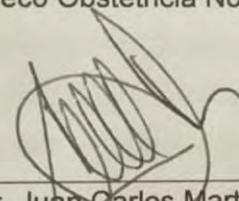
CARTA DE ACEPTACIÓN DEL TRABAJO DE TESIS

Por medio de la presente informamos que el C. José Pablo Jiménez González residente de la especialidad de Ginecología y Obstetricia ha concluido la escritura de su tesis **"Correlación del peso fetal al nacimiento (en embarazos a término) con el peso fetal estimado por las fórmulas de Johnson-Toshach, Hadlock y Combs"** con No. de registro del proyecto R-2018-3606-4 por lo que otorgamos la autorización para la presentación y defensa de la misma.



---

Dr. Oscar Moreno Álvarez  
Director General  
Unidad Médica de Alta Especialidad  
Hospital de Gineco Obstetricia No. 4, "Luis Castelazo Ayala"



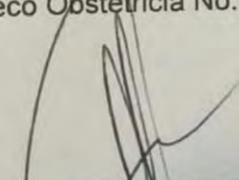
---

Dr. Juan Carlos Martínez Chéquer  
Director de Educación e Investigación en Salud  
Unidad Médica de Alta Especialidad  
Hospital de Gineco Obstetricia No. 4, "Luis Castelazo Ayala"



---

Dr. Sebastián Carranza Lira  
Jefe de la División de Investigación en Salud  
Unidad Médica de Alta Especialidad  
Hospital de Gineco Obstetricia No. 4, "Luis Castelazo Ayala"



---

Dr. Armando Alberto Moreno Santillán  
Médico adscrito a la Unidad de Toco-cirugía  
Unidad Médica de Alta Especialidad  
Hospital de Gineco Obstetricia No. 4, "Luis Castelazo Ayala"

## **AGRADECIMIENTOS:**

A mi asesor el Dr. Armando Alberto Moreno Santillán, maestro que con su ejemplo nos guío en el arte de la obstetricia.

A mi asesora metodológica la Dra. Norma Elizabeth Barrio Muñoz que con su claridad pude entender una pequeña parte de la investigación.

## **DEDICATORIA:**

A mi Madre quien siempre cuidó de mí, mi inspiración como persona y como médico.

A mi Padre por siempre estar ahí en todo momento, mi mejor amigo y consejero.

Al amor por mi esposa Grecia, su apoyo y su cariño han motivado mi seguir.

A mi Hermano, que siempre ha estado apoyando.

A mis amigos: Pancho, Rodrigo, Eduardo, Fernando, Rafael, Kenia, Valeria, Jorge, Karen, Diego, quienes me brindaron su amistad, y me han enseñado el placer de estar vivo.

## RESUMEN

**Introducción:** En la actualidad y particularmente en países de economía emergente como el nuestro, no contamos con estudios que estimen el Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) de las técnicas más utilizadas para estimar el peso fetal *in utero* en la práctica clínica habitual.

**Objetivo.** Evaluar la correlación y la eficiencia de distintas fórmulas para la estimación del peso fetal in útero, incluidas las de Johnson-Toshach, Hadlock y Combs en contraste con el peso al nacimiento (embarazos a término).

**Material y métodos.** Se realizó un estudio prospectivo, transversal, descriptivo, con una selección de muestra no aleatoria de 112 pacientes con embarazo único a término (37-41 SDG) que acudieron al servicio de tococirugía del Hospital de Gineco Obstetricia No. 4 “Luis Castelazo Ayala” durante 1 enero al 31 enero del 2018. En todas las pacientes seleccionadas, se estimó el peso fetal por un solo observador, mediante las fórmulas de Johnson-Toshach, Hadlock y Combs, entre el día 1 y 7 antes del nacimiento. Una vez finalizado el embarazo, se comparó el peso fetal estimado con el peso al nacimiento.

**Resultados:** Se encontró una diferencia entre las pruebas estudiadas. Se estimó el error absoluto y el error porcentual absoluto medio de cada una de las fórmulas. El MAPE de la fórmula de Johnson-Toshach fue de 233 gr y 8% respectivamente; en el caso de Hadlock fue de 180.7 gr y 6.2%; Combs de 185.3 gr y 6.4%.

**Conclusión:** Las fórmulas ultrasonográficas presentan menor error porcentual que la fórmula clínica estudiada. Entre las fórmulas ultrasonográficas no se encontró diferencia respecto al error porcentual absoluto medio.

**Palabras Clave:** Peso fetal estimado, fórmula de Johnson-Toshach, Hadlock y Combs.

## ABSTRACT

**Background:** Currently and particularly in countries with an emerging economy like ours, we do not have studies that estimate the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of the most used techniques to estimate fetal weight in utero in routine clinical practice.

**Objective.** To evaluate the correlation and the efficiency of different formulas for estimating fetal weight *in utero*, including those of Johnson-Toshach, Hadlock and Combs in contrast to birth weight (full-term pregnancies).

**Material and methods:** A prospective, cross-sectional, descriptive study was carried out, with a non-random sample selection of 112 patients with a single term pregnancy (37-41SDG) who attended the labor service of the Obstetrics and Gynecology Hospital No. 4 "Luis Castelazo Ayala" during January 01 to January 31, 2018. In all selected patients, fetal weight was estimated by a single observer, using the formulas of Johnson-Toshach, Hadlock and Combs, between day 1 and 7 before birth. Once the pregnancy was over, the estimated fetal weight was compared with the birth weight.

**The Results:** A difference was found between the tests studied. The absolute error and the mean absolute percentage error of each of the formulas were estimated. The MAPE of the Johnson-Toshach formula was 233 gr and 8% respectively; in Hadlock's case it was 180.7 gr and 6.2%; Combs of 185.3 gr and 6.4%.

**Conclusion:** Ultrasonic formulas have a lower percentage error than the clinical formula studied. Among the ultrasonographic formulas, no difference was found with respect to the mean absolute percentage error.

**Keywords:** Estimated fetal weight, Johnson-Toshach formula, Hadlock and Combs.

## INTRODUCCIÓN

Estimar clínica y ultrasonográficamente el peso fetal nos permite determinar de forma más precisa, posibles alteraciones en el peso fetal (macrosomía y restricción de crecimiento) brindándonos así un panorama más nítido sobre la conducta clínica a seguir con respecto al control prenatal, a la vía de resolución y a la atención perinatal, disminuyendo así posibles complicaciones y la morbi-mortalidad materna y fetal asociada.

Dentro de las complicaciones que se pueden prevenir con una adecuada exploración física y una correcta estimación del peso fetal intrauterino son: Detección oportuna de productos con macrosomía, evitando así la distocia de hombros, trauma obstétrico, fractura de clavícula, lesión del plexo braquial (3 veces mayor que en recién nacidos con peso menor de 4000 gr), hemorragia postparto, lesiones en canal de parto, acidosis y/o asfixia neonatal, falta de progresión de trabajo de parto, cesárea de urgencia.<sup>1</sup>

En cuanto a los neonatos con peso bajo al nacer, especialmente aquellos con peso registrado inferior a los 1500 gr, representan al 60% de la mortalidad neonatal y constituyen cerca del 4% de la mortalidad infantil, lo anterior, dada la asociación con múltiples complicaciones en el periodo prenatal durante la infancia hasta la edad adulta debido al incremento en los días de estancia hospitalaria, sepsis, síndrome de muerte súbita infantil, disminución del coeficiente intelectual, déficit de atención e hiperactividad, trastornos en la conducta, incremento de enfermedades respiratorias e hipertensión arterial.<sup>2</sup>

Actualmente la técnica más aceptada para el cálculo del peso fetal es la ultrasonográfica, sin embargo, en ocasiones las pacientes no cuentan con la posibilidad de someterse a esta prueba, siendo el método clínico la única herramienta de diagnóstico disponible.

El método clínico más utilizado en México y avalado por la Norma Oficial Mexicana, es la fórmula de Johnson-Toshach, propuesto en 1954,<sup>3</sup> reportando

una sensibilidad del 68% y especificidad del 90% en embarazos a término. El error absoluto reportado oscila entre 7.2-16.1%.<sup>4</sup> A pesar de ser un método accesible con frecuencia sufre interferencia por varios factores tales como: índice de masa corporal (IMC), volumen de líquido amniótico, anomalías uterinas o la presentación fetal; por lo que se recomienda complementar con un ultrasonido obstétrico.<sup>5</sup> En 2007 Carranza et al., propuso una nueva fórmula clínica, obteniendo mejores resultados que Johnson-Toshach cuando se trata de fetos de más de 3500 gr, con una variación de  $191 \pm 89.8$  gr, en contraste con la fórmula de Johnson-Toshach la cual registró una variación de 400 gr. No obstante, se obtuvieron valores similares en fetos con pesos menores a 2500 y 3500 gr.<sup>4</sup>

Actualmente, se requieren más estudios que validen esta nueva fórmula, pero sin duda, tendrá que considerarse debido a que el sobrepeso y la obesidad en nuestro país van en incremento, aumentando así el riesgo de macrosomía fetal, por lo que se hace necesario determinar cuáles son las fórmulas clínicas y ecográficas con mayor precisión aplicables a nuestra población. Los métodos ultrasonográficos utilizan diversas fórmulas matemáticas para calcular el peso fetal. El error absoluto reportado oscila entre el 6-15%.<sup>5</sup> La estimación no siempre es más precisa por este medio que por la clínica, sin embargo, es estandarizado por la objetividad y la capacidad de ser reproducible.

Los intentos por estimar el peso fetal mediante técnicas ultrasonográficas iniciaron basándose en mediciones de parámetros individuales como el diámetro biparietal; Willocks en 1964 fue el primero en utilizar el diámetro biparietal como dato cuantificable relacionado con el peso fetal. Posteriormente en 1975, Campbell, propuso un modelo matemático para el cálculo del peso fetal a partir de la medida de la circunferencia abdominal, calculando el porcentaje como índice para valorar el error, aportando además el criterio de que las funciones logarítmicas proporcionaban modelos mejor ajustados para la estimación del peso fetal, en comparación con las funciones no logarítmicas de la misma variable.<sup>6</sup> Reportes subsecuentes demostraron que esto puede mejorar cuando se utiliza en conjunto con otras mediciones como la

circunferencia abdominal, aportando una mayor precisión y la posibilidad de calcular el peso a partir de fórmulas que no requieren determinados parámetros, lo que permite calcular el peso aunque no haya sido posible efectuar una biometría completa.<sup>7</sup> Dada la conocida relación entre la longitud del feto y la longitud del fémur, con la finalidad de obtener una mayor precisión en el cálculo del peso fetal estimado, el fémur se incorporó a los modelos matemáticos en diversas combinaciones con biometrías craneales y abdominales. Hadlock en 1984 aportó un modelo matemático en el que se incluían como variables el diámetro biparietal o la circunferencia cefálica, la circunferencia abdominal y la longitud del fémur.<sup>8</sup>

Posteriormente en 1993 Combs, observó que las fórmulas logarítmicas lineales tienen un mayor rango de error en fetos macrosómicos o con restricción del crecimiento, siendo en estas patologías cuando la precisión en la estimación del peso cobra mayor importancia, por lo que propone una fórmula volumétrica, incluyendo circunferencia abdominal, longitud femoral y circunferencia cefálica, concluyendo que su fórmula era más exacta que Shepard o Hadlock,<sup>9-10</sup> además Mongelli en el 2003, encuentra diferencias significativas a favor de Combs, determinando un error sistemático de 3%.<sup>11</sup>

Actualmente en América, las fórmulas ultrasonográficas con mayor precisión sugeridas son las de Hadlock y Combs.<sup>12</sup> La gran mayoría de los fabricantes de equipos de ultrasonidos en el mundo, utilizan ecuaciones de regresión logarítmica publicadas por Hadlock, siendo esta la más utilizada a nivel mundial. Se trata de una fórmula logarítmica lineal, que ha demostrado tener la menor tasa de error (Hadlock 4)<sup>8</sup>, la cual otorga valores absolutos a un rango establecido de valores en combinación, empleando la fórmula:  $\text{Log}_{10}\text{BW} = 1.3596 + 0.0064 (\text{CC}) + 0.0424 (\text{CA}) + 0.174(\text{LF}) + 0.00061 (\text{DBP})(\text{CA}) - .00386(\text{CA})(\text{LF})$ .<sup>13</sup> Por otro lado la fórmula de Combs, es una medición volumétrica, obtenida de tres dimensiones lineales, la cual ha demostrado mayor precisión en productos macrosómicos o de bajo peso en Estados Unidos y población asiática; justificando que al obtener un valor volumétrico de 3 dimensiones mediante la fórmula:  $(0.23718 \times \text{CA}^2 \times \text{LF}) + (0.03312 \times \text{CC}^3)$ ,

disminuye el error porcentual, a diferencia de los modelos logarítmicos lineales, en los cuales se ha observado la sobreestimación del peso fetal con el aumento de las dimensiones lineales.<sup>9</sup> La precisión de estos modelos matemáticos, ha sido estudiada en diferentes poblaciones, demostrándose que la efectividad depende de las características de la población.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la práctica obstétrica cotidiana, particularmente en el seguimiento del embarazo cercano a su término, el estimar el peso fetal *in utero* es una de las acciones más frecuentes e importantes que realiza el obstetra, pues de su conocimiento depende, entre otras cosas, la definición de la vía de nacimiento y de las potenciales complicaciones perinatales derivadas de recién nacidos con pesos en los extremos de la curva de normalidad, por lo que es necesario evaluar la correlación de las fórmulas de Johnson-Toshach, Hadlock y Combs para estimación del peso fetal *in utero*, con el peso al nacimiento (en embarazos a término).

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la correlación del peso fetal calculado con las fórmulas de Johnson-Toshach, Hadlock y Combs, en embarazos a término y el peso fetal al nacimiento, en el Hospital de Gineco Obstetricia No. 4 "Luis Castelazo Ayala"?

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la correlación de las fórmulas de Johnson-Toshach, Hadlock y Combs para la estimación del peso fetal *in utero* en embarazos a término en comparación con el peso registrado al nacimiento.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar si la precisión de las técnicas para estimar el peso fetal *in utero* mediante ultrasonido tienen menor error porcentual absoluto medio que la fórmula clínica (Johnson-Toshach) de acuerdo con las características de nuestra población.
2. Definir cuál es la fórmula ultrasonográfica con menor error porcentual absoluto medio para estimar el peso fetal *in utero* en nuestra población, el logarítmico (Hadlock) o el volumétrico (Combs).

## JUSTIFICACIÓN

En el Hospital de Gineco Obstetricia No. 4 “Luis Castelazo Ayala” no existen estudios que comparen el error porcentual absoluto medio de las técnicas ecográficas más frecuentemente utilizadas para el cálculo del peso fetal *in útero* (Hadlock y Combs) y la comparación con la técnica clínica más utilizada (Johnson–Toshach), por lo que este estudio tiene como principal objetivo definir cuál de las fórmulas antes mencionadas es más exacta y aplicable a la población mexicana, con el fin de mejorar la atención obstétrica y así disminuir la morbilidad materna y fetal.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Diseño del estudio:**

Estudio prospectivo, transversal, descriptivo, con una selección de muestra no aleatoria de 112 pacientes con embarazo único a término (37-41 SDG) confirmado por fecha de última regla confiable o ultrasonido de primer trimestre que acudieron para la finalización de la gestación al servicio de tococirugía del Hospital de Gineco Obstetricia No. 4 "Luis Castelazo Ayala" durante un periodo de tiempo entre el 1° de Enero al 31 de Enero 2018.

### **Criterios de inclusión:**

Mujeres con embarazo único entre las 37 y 41 semanas de gestación que acepten atención obstétrica.

**Criterios de exclusión:** Mujeres con: embarazo múltiple, polihidramnios, oligohidramnios, fetos con malformaciones congénitas, presentaciones anómalas, malformaciones uterinas, tumores abdominales o pélvicos y diagnóstico de óbito.

### **Criterios de finalización o pérdida de seguimiento:**

Cuando no se completen los datos de la hoja de captura.

## VARIABLES

Variable	Definición	Indicador	Tipo
Edad gestacional	Duración del embarazo calculado desde el primer día de la última menstruación normal hasta el nacimiento o en su defecto por ultrasonido traspolado del primer trimestre.	Número	Cuantitativa Continua
Altura del fondo uterino	Distancia que va del extremo superior del pubis hasta el fondo del útero.	Número	Cuantitativa Discreta
Peso fetal estimado	Peso fetal estimado por las siguientes formulas: Johnson-Toshach: fetos libres: altura del fondo uterino en cm – 11cm x 155, fetos encajados: altura del fondo uterino en cm - 12 cm x 155 Hadlock 4: $\text{Log}_{10}\text{BW} = 1.3596 + 0.0064 (\text{CC}) + 0.0424 (\text{CA}) + 0.174(\text{LF}) + 0.00061 (\text{DBP})(\text{CA}) - .00386(\text{CA})(\text{LF})$ Combs et al. $(0.23718 \times \text{CA}^2 \times \text{LF}) + (0.03312 \times \text{CC}^3$	Número	Cuantitativa Discreta

Variable	Definición	Indicador	Tipo
Diámetro biparietal (DBP)	Medida del margen externo craneal proximal al margen interno distal.	Número	Cuantitativa Continua
Longitud femoral (LF)	Medida del trocánter mayor a la metáfisis distal.	Número	Cuantitativa Continua
Circunferencia abdominal (CA)	Medida a lo largo del límite externo abdominal a nivel del complejo venoso umbilical.	Número	Cuantitativa Continua
Circunferencia cefálica (CC)	Medida a lo largo del margen externo del cráneo al nivel del diámetro biparietal.	Número	Cuantitativa Continua
Peso al nacer	Peso neto en gramos del recién nacido.	Número	Cuantitativa Continua

## **MUESTRA**

Para la selección del número de pacientes observados se calculó el tamaño de la muestra con un margen de error del 5%, un nivel de confianza del 95% y un tamaño de población de 10 000 que corresponde al número de nacimientos anuales en nuestra unidad. El número de muestra es de 112 pacientes. Las pacientes fueron captadas en el servicio de tococirugía.

## ESTRATEGIA DE TRABAJO

En el servicio de tococirugía se identificaron a las pacientes con embarazo de término confirmado por fecha de última regla confiable o ultrasonido de primer trimestre, entre las 37 y 41 semanas de gestación, que fueron hospitalizadas para la finalización de la gestación, que cumplieron con los criterios de inclusión y que firmaron el consentimiento informado correspondiente (Anexo 1). A su ingreso se realizó por parte de los investigadores responsables, antropometría y exploración obstétrica, incluyendo: medición de fondo uterino, previo vaciamiento de la vejiga urinaria mediante micción espontánea, se midió altura uterina en centímetros, mediante el uso de una cinta métrica colocando la punta de la cinta en el borde superior de la sínfisis del pubis materno, sobre la línea media del abdomen, siguiendo hasta la parte superior en el fondo uterino, posteriormente se determinó el grado de encajamiento, mediante examen vaginal de acuerdo con los planos de De Lee. Además de la exploración ginecológica se realizó ultrasonido obstétrico por un solo operador. Se utilizó un equipo de ecografía de alta definición Sonix SP, Ultrasonix, posteriormente se calculó el peso fetal por las siguientes formulas: Johnson-Toshach = altura de fondo uterino en centímetros - (k) × 155. K = estación en la que se encuentra la presentación; si el vértice se ubicaba sobre la espina ciática se otorga el valor de 12, si las rebasa la constante es igual a 11. Peso por ultrasonido = Hadlock 4:  $\text{Log}_{10}\text{BW} = 1.3596 + 0.0064 (\text{CC}) + 0.0424 (\text{CA}) + 0.174(\text{LF}) + 0.00061 (\text{DBP})(\text{CA}) - 0.00386(\text{CA})(\text{LF})$ . Combs:  $(0.23718 \times \text{CA}^2 \times \text{LF}) + (0.03312 \times \text{CC}^3)$ . Se dio seguimiento a la paciente durante su estancia intrahospitalaria hasta la resolución del embarazo. Se registró el peso al nacimiento, para ello todos los recién nacidos fueron pesados al nacer en una báscula digital, calibrada, expresándose el peso en gramos. Los datos obtenidos se recolectaron en el formato denominado hoja de captura de datos (Anexo 2), para su posterior análisis estadístico.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La estimación del peso fetal se determinó entre los días 1 y 7 antes del nacimiento y se registró en conjunto con otras variables relacionadas. Una vez obtenido el peso estimado por las tres diferentes fórmulas y el peso al nacimiento, se calcularon las desviaciones entre las medias del peso fetal estimado y el peso fetal real al nacimiento, mediante la medición del Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE), con la siguiente fórmula:  $MAPE = (\text{Peso fetal estimado} - \text{Peso fetal al nacimiento}) / (\text{Peso fetal al nacimiento}) \times 100$ .

Los resultados obtenidos, se llevaron a una base de datos de la cual se desprendieron los datos objeto de interpretación para lograr el objetivo de estudio. Se realizó un análisis de varianza y una prueba paramétrica (t de 1 muestra, se aplica cuando la población estudiada sigue una distribución normal), la cual fue ejecutada para determinar si la media de la población individual en estudio era igual a un valor objetivo (peso real al nacimiento), adicionalmente, se calcularon las desviaciones entre las mediciones del peso fetal estimado y el peso fetal real al nacimiento a través de la medición del MAPE. Se consideraron diferencias significativas entre al menos una de las mediciones cuando se obtuvo una  $p < 0,05$  con un IC del 95%. El análisis estadístico se llevó a cabo con el software STATA versión 12.0, adicionalmente se reportó la información utilizando medidas de tendencia central y dispersión en tablas y gráficas.

## ASPECTOS ÉTICOS

A todas las gestantes se les entregó a firmar el formato de consentimiento informado aplicable a proyectos de investigación (Anexo 1), a través del cual se les informó el objetivo del estudio y se consignó su consentimiento para ser enroladas al estudio y para ser sometidas a un protocolo de exploración física que incluyó: altura uterina, maniobras de Leopold y la realización de ultrasonido obstétrico.

El protocolo de investigación fue realizado conforme a los procedimientos propuestos de acuerdo con las normas éticas, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y con la declaración de Helsinki de 1975 y sus enmiendas, así como los códigos y normas internacionales vigentes para las buenas prácticas en la investigación clínica y se respetaron cabalmente los principios contenidos en el Código de Núremberg, el informe Belmont, el Código de Reglamentos Federales de Estados Unidos para el cuidado de la seguridad y bienestar de los participantes.

**Manejo de los datos, archivo de los registros y privacidad de la información personal:** la recopilación y procesamiento de la información personal de las pacientes incluidas en este estudio se limitó a los datos necesarios para los fines antes descritos.

Los datos se recopilaron y procesaron con las debidas precauciones para asegurar la confidencialidad y apego a las leyes y regulaciones de protección de la privacidad de la información.

El presente protocolo fue autorizado por el CLIEIS con el número de registro R-2018-3606-4.

## RESULTADOS

En el periodo comprendido del 1° de enero del 2018 al 31 enero del 2018, 112 pacientes embarazadas fueron enroladas en el presente estudio, cuya edad gestacional media fue de 39 semanas con una desviación típica de 4.6 días. Del total de pacientes estudiadas, 63 tuvieron la resolución del embarazo por parto vaginal y 49 por vía abdominal. No se reportaron complicaciones durante los eventos obstétricos.

La edad promedio de las pacientes osciló entre 18 y 40 años, con una media de 26 años. En cuanto al índice de masa corporal, osciló entre 20 y 35 con una media de 26. Del total de la muestra, 31.3% tuvo IMC normal, 68.7% con sobrepeso y obesidad. La media del intervalo entre la estimación del peso y el nacimiento fue de  $3.2 \pm 2.6$  días.

El peso fetal al nacimiento osciló entre 2110 gr y 4000 gr, con una media y desviación estándar de  $3158.9 \pm 359.1$ . Del total de la muestra el 88.3%, tuvo un peso adecuado para edad gestacional (percentil  $>10$  y  $<95$ ); el 0.9% macrosomía fetal (1 caso) y el 10% restricción del crecimiento intrauterino (12 casos), de los cuales cinco, no se detectaron por ninguna de las fórmulas estudiadas.

Una vez concluido el levantamiento y registro de datos, sobre estos se aplicaron los estadísticos de prueba para corroborar la normalidad de los resultados (test de Shaphiro-Wilk y se verificó el supuesto de igualdad de varianza), concluyéndose que todos los datos obtenidos resultado de la aplicación de todas las fórmulas, presentan una distribución normal y varianzas simétricas.

Una vez corroborada la normalidad y la simetría de los datos, se realizó una prueba t de Student para una muestra, lo que permitió comprobar si la media de los valores obtenidos posterior al cálculo y aplicación de las tres fórmulas contrastadas con la media del valor del peso real al nacimiento eran o no diferentes.

Los valores obtenidos a través del estadístico de prueba t de Student, permite concluir que se rechaza la hipótesis nula, es decir, sí existen diferencias para las medias encontradas en cada grupo de resultados correspondientes a las tres fórmulas en comparación con el peso registrado al nacimiento y que los resultados son estadísticamente significativos (valor de  $p < 0.05$ ).

En términos de correlación de variables, se calculó el Coeficiente de Correlación de Pearson (CCP) el cual, midió el grado de relación entre las tres variables objeto del estudio (fórmulas Johnson-Toshach, Hadlock y Combs). Si consideramos que el CCP, toma valores que van de -1 a +1 en donde -1 significa que existe una relación lineal perfecta negativa, +1 una relación lineal perfecta positiva y 0 que no existe una relación lineal entre las variables, podemos concluir que la correlación entre el peso fetal estimado, por las tres técnicas y el peso fetal al nacer es positiva, como se muestra en la figura 1 y tabla 1.

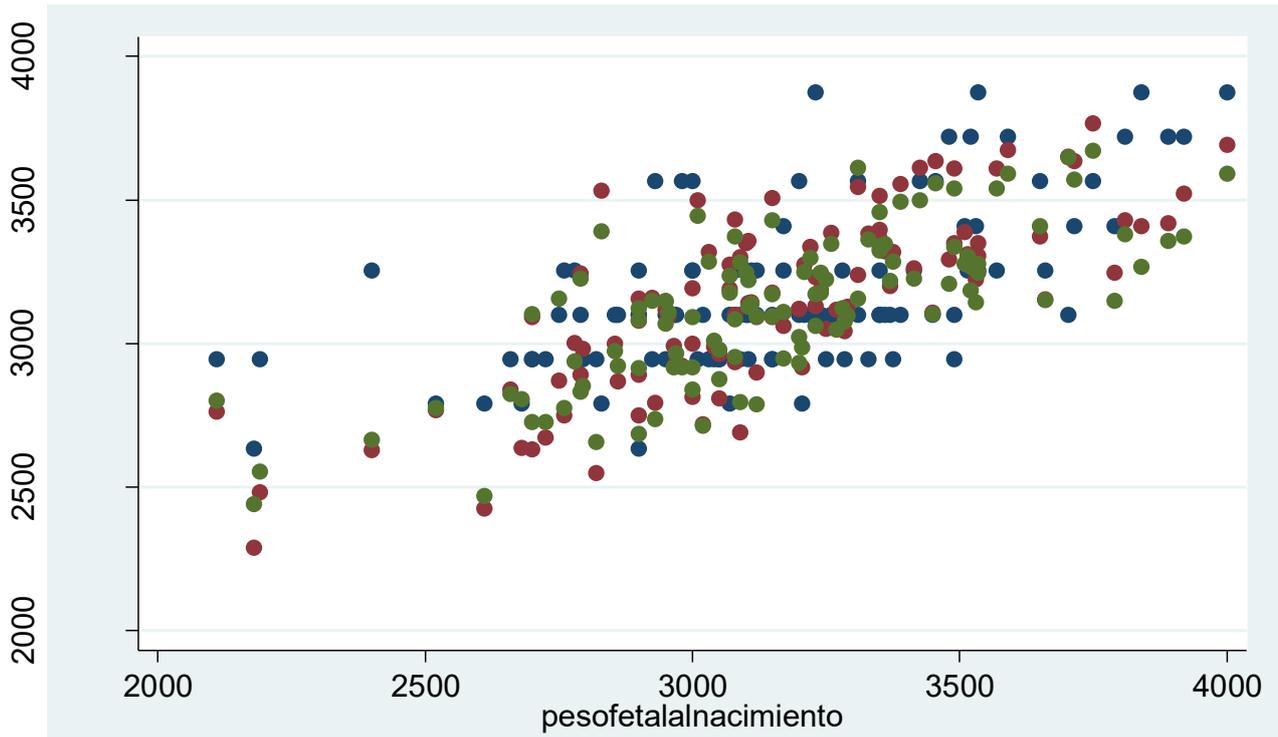


Figura 1. Correlación entre peso fetal estimado por las fórmulas Johnson-Toshach, Hadlock y Combs.



Johnson-Toshach



Hadlock



Combs

*Tabla 1. Correlación entre el peso fetal estimado por las fórmulas Johnson-Toshach, Hadlock y Combs.*

<b>Método de estimación</b>	<b>Correlación de Pearson</b>
<b>Johnson-Toshach</b>	0.61
<b>Hadlock</b>	0.77
<b>Combs</b>	0.74

Una vez obtenido el peso fetal estimado por cada una de las fórmulas y el peso real al nacimiento, la diferencia entre las fórmulas realizadas y el peso fetal al nacimiento se representó como error absoluto medio en gramos y error porcentual absoluto medio (Tabla 2).

*Tabla 2. Error absoluto y error porcentual absoluto medio.*

<b>Método de estimación</b>	<b>Error absoluto (g)</b>	<b>Error relativo (%)</b>
<i>Johnson-Toshach</i>	233	8.0
<i>Hadlock</i>	180.7	6.2
<i>Combs</i>	185.3	6.4

## DISCUSIÓN

Poco se ha investigado en la población mexicana acerca de la validez de pruebas diagnósticas, no es la excepción en la rama de la obstetricia, tomando como referencia pruebas realizadas en población anglosajona. Es menester establecer parámetros nacionales que ayuden a individualizar en la medida de lo posible la prueba eficaz para la población en estudio.

La literatura internacional expone múltiples fórmulas que difieren según lo establecido en exactitud y precisión en el objetivo de calcular el peso fetal. Es así que actualmente las dos fórmulas más utilizadas son la de Hadlock y Combs en población estadounidense y europea respectivamente. Dnzier Esinler et al, concluyen considerar Hadlock en sus variantes para estimar el peso fetal en pesos normales, mientras que para pesos en los extremos Hadlock y Combs mostraron resultados similares, estimando de manera general un error porcentual absoluto medio (MAPE) de 9.1% y 10.3% respectivamente<sup>7</sup>, la diferencia entre las dos pruebas fue similar en nuestra población.

Por su parte J.R. Urdaneta Machado et al, concluyen que es igual de eficaz la estimación clínica que la ultrasonográfica<sup>5</sup>, sin embargo, en nuestro estudio se observa una diferencia discreta, pero nada despreciable hacia un menor error porcentual en las pruebas ultrasonográficas. Esto puede ser explicado por las diferencias demográficas de la población en estudio.

El modelo de Combs<sup>9</sup> resultó ser similar en su error porcentual y en general en sus resultados con el modelo de Hadlock<sup>8</sup>. El error porcentual medio (MAPE) reportado es similar a lo descrito en la literatura de acuerdo al estudio realizado en 2014 por Oshiri Barel et al, quien estima un error porcentual medio para Combs y Hadlock alrededor del 7-8% en diferentes mediciones.

## CONCLUSIÓN

Las pruebas disponibles tienen un grado significativo de inexactitud, puesto que se estima el peso fetal de manera indirecta. Existe un error acumulativo por cada medición de partes fetales y por consiguiente es sobreestimado el peso cuando son fetos pequeños y subestimado cuando estos son grandes. No fue la excepción en el presente estudio.

Se pudo estimar una diferencia entre las fórmulas ultrasonográficas y la clínica y se establecieron valores de error absoluto los cuales fueron similares a los establecidos por la literatura internacional, sin embargo, llama la atención en el caso de los casos reportados de restricción que cerca de la mitad de ellos no fueron identificados por ninguna de las tres fórmulas en estudio. Hacen falta más estudios en este subgrupo de población para validar las pruebas diagnósticas por esta patología.

A pesar de estas limitaciones, los hallazgos de esta investigación sostienen que se presenta menor error porcentual en el uso de las fórmulas ultrasonográficas y que entre las dos fórmulas estudiadas (Hadlock y Combs), no hay diferencia significativa en cuanto al error porcentual medio (MAPE).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García CS, Germes F, Garcia G. Utilidad del método de Johnson y Toshach para calcular el peso fetal en embarazos de término en un hospital de segundo nivel. *Ginecol Obstet Mex* 2007;75:317-24.
2. Sáez R, Sotolongo Y, Espinoza J, Saez G, Rosales M. Incidencia y mortalidad del recién nacido bajo peso. *Cubana Obstet Ginecol* 2011;37(4):471-80.
3. NOM-034-SSA2-2002, Para la prevención y control de los defectos al nacimiento.
4. Carranza S, Haro LM, Biruete B. Comparación entre la medición clínica y ultrasonografía para estimar el peso fetal en la fase activa del trabajo de parto: nueva fórmula para el cálculo clínico. *Ginecol Obstet Mex* 2007;75(10):582-7.
5. Urdaneta JR, Baabel N, Rojas E, Taborda JL, Magiolo IB, Contreras A. Estimación clínica y ultrasonográfica del peso fetal en embarazos a términos. *Clin Invest Gin Obst* 2013;40(6):259-68.
6. Fiestas C, Valera D, Guerrero C, Diaz E. Utilidad del diámetro biparietal corregido para el cálculo del peso fetal determinado por ultrasonido. *Rev Per Ginecol Obstet*. 2006; 52(4):253-6.
7. Esinler D, Bircan O, Esin S, Sahin EG, Kandemir O, Yalvac S. Finding the best formula to predict the fetal weight: comparison of 18 formulas, *Gynecol Obstet Invest* 2015;80(2):78-84.
8. Hadlock FP, Harrist RB, Carpenter RJ, Deter RL, Park SK. Sonographic estimation of fetal weight. The value of femur length in addition to head and abdomen measurements. *Radiology* 1984;150(2):535-40.
9. Combs CA, Jaekle RK, Rosenn B, Pope M, Miodovnik M, Siddiqi TA. Sonographic estimation of fetal weight based on a model of fetal volume. *Obstet Gynecol*. 1993;82(3):365-70.
10. Johnsen SL, Ramussen S, Wilsgaard T, Sollien R, Kiserud T. Longitudinal reference ranges for estimated fetal weight. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2006;85(3):286-97.

11. Mongelli M, Biswas A. Menstrual age-dependent systematic error in sonographic fetal weight estimation: a mathematical model. *J clin Ultrasound* 2002;30(3):139-44.
12. Barel O, Maymon R, Vaknin Z, Tovbin J, Smorgick N. Sonographic fetal weight estimation – is there more to it than just fetal measurements?. *Prenat Diag* 2014;34(1):50-5.
13. Mohsen LA, Amin MF. 3D and 2D ultrasound-based fetal weight estimation: a single center experience. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2017;30(7):818-25.

## ANEXO 1



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN  
Y POLÍTICAS DE SALUD  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN

Nombre del estudio: **CORRELACIÓN DEL PESO FETAL AL NACIMIENTO (EN EMBARAZOS A TÉRMINO) CON EL PESO FETAL ESTIMADO POR LAS FÓRMULAS DE JOHNSON-TOSHACH, HADLOCK Y COMBS**

Patrocinador externo: Ninguno

Lugar y fecha: Ciudad de México a \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_

Número de registro:

Justificación y objetivo del estudio: En nuestra población, no existen estudios que comparen el error porcentual absoluto medio de las técnicas ecográficas más frecuentemente utilizadas para el cálculo del peso fetal *in utero* (Hadlock y Combs) y la comparación con la técnica clínica más utilizada (Johnson-Toshach), por lo que este estudio tiene como principal objetivo definir cuál de estas fórmulas es más precisa para nuestra población, con el fin de mejorar la atención obstétrica y así disminuir la morbimortalidad materna y fetal. Este estudio de investigación es importante, debido a que no existen estudios en México ni en nuestro hospital, que comparen las fórmulas ecográficas más usadas con la fórmula clínica. Una vez concluido podrá servir para futuros estudios con el fin de mejorar la atención a nuestras pacientes.

Procedimientos: Medición de fondo uterino y realización de ultrasonido abdominal.

Posibles riesgos y molestias: Dolor durante la exploración.

Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio: Conocer con mayor certeza el peso fetal *in utero*.

Participación o retiro: En el momento que lo desee.

Privacidad y confidencialidad: Los datos serán confidenciales.

Beneficios al término del estudio: Conocer cuál es el método más exacto para estimar el peso fetal *in utero*.

En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a: Unidad tocoquirúrgica de la Unidad Médica de Alta Especialidad "Luis Castelazo Ayala". Domicilio del hospital: Avenida Rio Magdalena 289, Colonia Tizapan San Ángel. C.P 01090

Investigador Responsable: Dr. Moreno Santillán Armando Alberto.

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: [comision.etica@imss.gob.mx](mailto:comision.etica@imss.gob.mx)

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma de la paciente

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

\_\_\_\_\_  
Testigo 1  
Nombre, dirección, relación y firma

\_\_\_\_\_  
Testigo 2  
Nombre, dirección, relación y firma

## ANEXO 2



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL DE GINECO OBSTÉTRICA No.4  
“LUIS CASTELAZO AYALA”**



**Correlación del peso fetal al nacimiento (en embarazos a término) con el  
peso fetal estimado por las fórmulas de Johnson-Toshach, Hadlock y  
Combs**

Captura de datos:

<b>Número de seguridad social</b>	
<b>Fecha de nacimiento</b>	
<b>Fecha de cálculo</b>	
<b>Índice de masa corporal</b>	
<b>Edad gestacional</b>	
<b>Altura de fondo uterino</b>	
<b>Peso fetal estimado por Johnson-Toshach</b>	
<b>Peso fetal estimado por Hadlock</b>	
<b>Peso fetal estimado por Combs</b>	
<b>Peso fetal al nacimiento</b>	
<b>Restricción del crecimiento Intrauterino</b>	
<b>Macrosomía</b>	
<b>Sexo del recién nacido</b>	
<b>Apgar</b>	
<b>Talla</b>	
<b>Vía de resolución</b>	

### **ANEXO 3**

#### **CARTA DE CONFIDENCIALIDAD**

El C. Armando Alberto Moreno Santillán, (Investigador UMAE HGO No. 4 "Luis Castelazo Ayala") del proyecto titulado: **CORRELACIÓN DEL PESO FETAL AL NACIMIENTO (EN EMBARAZOS A TÉRMINO) CON EL PESO FETAL ESTIMADO POR LAS FÓRMULAS DE JOHNSON-TOSHACH, HADLOCK Y COMBS** . Se realizará en la Unidad Médica de Alta Especialidad de Gineco Obstetricia No. 4 "Luis Castelazo Ayala", con domicilio ubicado en Rio Magdalena 289, Tizapán San Ángel, Ciudad de México. Me comprometo a resguardar, mantener la confidencialidad y no hacer mal uso de los documentos, expedientes, reportes, estudios, actas, resoluciones, oficios, correspondencia, acuerdos, directivas, directrices, circulares, contratos, convenios, instructivos, notas, memorandos, archivos físicos y/o electrónicos, estadísticas o bien, cualquier otro registro o información que documente el ejercicio de las facultades para la evaluación de los protocolos de investigación, a que tenga acceso en mi carácter investigador del IMSS así como a no difundir, distribuir o comercializar con los datos personales contenidos en los sistemas de información, desarrollados en el ejercicio de mis funciones como investigador del IMSS.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se estará acorde a la sanciones civiles, penales o administrativas que procedan de conformidad con lo dispuesto en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares y el Código Penal, a la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, y demás disposiciones aplicables en la materia.

Acepto



Dr. Armando Alberto Moreno Santillán

**Nombre y Firma**

**ANEXO 4**

29/1/2018

Carta Dictamen



**Dirección de Prestaciones Médicas**  
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud  
Coordinación de Investigación en Salud



**Dictamen de Autorizado**

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud **3606** con número de registro **17 CI 09 010 024** ante COFEPRIS

HOSPITAL DE GINECO OBSTETRICIA NUM. 4 LUIS CASTELAZO AYALA, D.F. SUR.

FECHA **29/01/2018**

**DR. ARMANDO ALBERTO MORENO SANTILLAN**

**P R E S E N T E**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

**CORRELACIÓN DEL PESO FETAL AL NACIMIENTO (EN EMBARAZOS A TÉRMINO) CON EL PESO FETAL ESTIMADO POR LAS FÓRMULAS DE JOHNSON-TOSCHACH, HADLOCK Y COMBS**

que sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de Ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

  
Núm. de Registro  
**R-2018-3606-4**

ATENTAMENTE

**DR.(A). OSCAR MORENO ALVAREZ**

Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3606

**IMSS**

SEGURIDAD Y SALUD PARA TODOS