

Peso fetal en gestantes a término. Comparación de métodos clínicos y ultrasonográficos. Hospital Universitario Dr. “Jesús María Casal Ramos”

Dres. Eliannys M. Sánchez Betancourt¹, Freddy Bello Rodríguez²,
Carlos R. Cabrera Lozada³

RESUMEN

Este estudio comparativo analizó en un hospital general estatal con gran demanda obstétrica, la exactitud de métodos clínicos comparados con la estimación biométrica ecográfica del peso fetal en embarazos a término. Se incorporaron 108 gestantes con embarazos a las cuales se utilizaron los dos métodos antes de dar a luz. La ecografía presentó un error absoluto del 4,3%, con una sobreestimación promedio de 38 g, en tanto que el método *Johnson-Toshach* mostró un error absoluto medio del 7,1% y una subestimación del peso fetal de 122 g. La correlación entre el peso estimado por ultrasonido y el peso neonatal fue significativamente mayor ($r=0,89$) que la obtenida con el método clínico ($r=0,74$). El ultrasonido tuvo una sensibilidad del 91% en la detección de macrosomía fetal, mientras que el índice *Johnson-Toshach* presentó una sensibilidad del 68%. Se concluyó que, si bien el método clínico sigue siendo útil en contextos con escasos recursos tecnológicos, el ultrasonido tiene una capacidad superior para dirigir las decisiones acerca del camino del parto y proporciona un diagnóstico más preciso. Se sugiere reforzar la capacitación en métodos ecográficos para el personal obstétrico, sin dejar de lado la importancia del examen clínico. Además, se recomienda utilizar fórmulas locales adaptadas a la población de Venezuela con el fin de aumentar la precisión en el cálculo del peso fetal. Este estudio aporta evidencia para optimizar la atención perinatal y reducir riesgos asociados al peso fetal extremo, contribuyendo a una práctica obstétrica más segura y contextualizada.

Palabras clave: Índice *Johnson-Toshach* Ultrasonido, Peso Fetal Estimado, embarazo a término. Peso Neonatal

-
1. <https://orcid.org/0009-0001-3494-729X>
 2. <https://orcid.org/0000-0001-8196-7579>
 3. <https://orcid.org/0000-0002-3133-5183>

ABSTRACT

This comparative study, conducted at a state-run general hospital with high obstetric demand, analyzed the accuracy of clinical methods compared to biometric ultrasound estimation of fetal weight in term pregnancies. One hundred and eight pregnant women were included, and both methods were used before delivery. Ultrasound showed an absolute error of 4.3%, with an average overestimation of 38 g, while the Johnson-Toshach method showed a mean absolute error of 7.1% and an underestimation of fetal weight of 122 g. The correlation between the weight estimated by ultrasound and the neonatal weight was significantly higher ($r=0.89$) than that obtained with the clinical method ($r=0.74$). Ultrasound had a sensitivity of 91% in detecting fetal macrosomia, while the Johnson-Toshach index had a sensitivity of 68%. It was concluded that, while the clinical method remains useful in contexts with limited technological resources, ultrasound has a superior capacity to guide decisions regarding the delivery process and provides a more accurate diagnosis. It is suggested that training in ultrasound methods for obstetric personnel be strengthened, without neglecting the importance of the clinical examination. Furthermore, it is recommended to use local formulas adapted to the Venezuelan population in order to increase the accuracy of fetal weight estimation. This study provides evidence to optimize perinatal care and reduce risks associated with extreme fetal weight, contributing to safer and more context-specific obstetric practice.

Keywords: Johnson-Toshach Index, Ultrasound, Estimated Fetal Weight, Term Pregnancy, Neonatal Weight

INTRODUCCIÓN

El peso fetal es un indicador cuantitativo esencial para medir la nutrición y el progreso intrauterino, el cual va en aumento conforme avanza la edad. Aunque se dispone de fórmulas clínicas y ecográficas para calcularlo antes del parto, todavía hay controversias para evitar la prematuridad, la desproporción feto/pélvica y para determinar cuál es la mejor decisión para culminar la vía del parto.

El peso fetal se ve afectado por una variedad de elementos sociodemográficos y biológicos, tales como la edad, el tamaño y la etnia de la madre, además del sexo, la posición y el tejido adiposo del feto. Se relaciona la desnutrición de las madres, tanto por exceso como por déficit de nutrientes, con problemas perinatales. Los peligros asociados a la macrosomía fetal hijo: asfixia, hipoglucemia, policitemia, distocia de hombros, cesárea, muerte del feto, hemorragia posparto, rotura membranas e incluso muerte fetal.

Aunque la Norma Oficial de Atención Integral en Salud Sexual y Reproductiva (1) o los protocolos de emergencia en Atención Prenatal del MPPS de Venezuela no incluyen el índice clínico de *Johnson & Toshach*, que se basa en la medición de la altura uterina, este ha sido durante años el método más común para calcular el peso del feto. Por otra parte, la ecografía obstétrica posibilita el cálculo del peso fetal utilizando parámetros biométricos como el diámetro biparietal, la circunferencia abdominal y cefálica, así como la longitud femoral, lo que permite distinguir entre crecimiento y tamaño fetal. El propósito de la investigación es comparar el índice *Johnson-Toshach* con las fórmulas ecográficas internacionales (*Santoja, Hadlock y Warsoff*) y locales (Índice CAF y Bello) en embarazos a término para predecir peso fetal/neonatal en gestantes que se atendieron en el Hospital Dr. Jesús María Casal Ramos (HUJMCR) (Araure, estado Portuguesa) entre septiembre de 2024 y agosto de 2025, utilizando un diseño observacional, descriptivo, prospectivo y correlacional no causal.

Aunque la estimación ecográfica se emplea sistemáticamente en la práctica clínica, el seguimiento longitudinal de las mediciones biométricas aún no logra predecir con precisión el peso del recién nacido ni detectar oportunamente variaciones en el crecimiento fetal que permitan una intervención preventiva eficaz.

El Objetivo General de la investigación fue comparar el Índice *Toshach* y método de *Johnson-Toshach* (métodos clínicos) con métodos por ultrasonido para estimación de peso fetal en embarazos a término con los siguientes objetivos específicos:

Comparar los pesos estimados utilizando el método de *Johnson y Toshach* con los pesos reales al nacimiento.

Comparar los pesos estimados obtenidos por ultrasonido (Índice de CAF, *Hadlock, Bello, Santoja y Warsoff*) con los pesos reales al nacimiento.

Evaluar el error absoluto y % de los diferentes métodos para proporcionar estimaciones más cercanas al peso real del feto.

Analizar cómo la elección del método afecta las decisiones clínicas sobre la vía del parto durante el trabajo de parto

Bases teóricas

La estimación precisa del peso fetal es fundamental para evaluar el bienestar del producto de la concepción y tomar decisiones clínicas adecuadas. En el caso de embarazos a término, conocer el peso fetal ayuda a determinar si el feto está creciendo adecuadamente y si es necesario considerar intervenciones durante el parto. Además, la detección de productos macrosómicos (con peso superior al promedio) es relevante para la planificación obstétrica. Entre los múltiples factores

de riesgo que interfieren con el crecimiento fetal intrauterino, se ha determinado que los nutricionales, representados tanto por el peso preconcepcional como por la ganancia de peso gestacional de la madre y fundamentalmente la duración del embarazo, son los factores que mayor influencia tienen sobre el peso del producto de la concepción. La combinación de bajo peso preconcepcional de la madre y ganancia de peso deficiente durante el embarazo según estado nutricional materno, permiten catalogar a la madre como de alto riesgo de tener un recién nacido de peso bajo o superior al percentil correspondiente al nacer, que repercuten sobre incremento de la mortalidad perinatal, neonatal e infantil.

El peso del feto depende en gran medida de la cantidad de nutrientes que tenga la madre y aumenta de forma lineal durante un largo periodo del embarazo; al final del embarazo, a partir de la semana 38, la curva de crecimiento establece una meseta. Por recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud del año 2011, se acepta que los límites normales de peso del recién nacido oscilan entre 2,500 y 4,000 g.

Método de Johnson & Rorschach

Es una herramienta utilizada para calcular el peso fetal antes del nacimiento en pacientes con embarazo a término, se basa en la evaluación clínica, no es invasivo y permite calcular el peso fetal utilizando parámetros como la edad de gestación e índice de masa corporal. Para realizar esta medición se coloca la cinta métrica sobre el abdomen de la paciente sin demostración de contracción uterina, sosteniendo el extremo inferior sobre el borde superior del pubis con la mano derecha, siguiendo la curvatura del abdomen hasta el fondo uterino, colocando entre los dedos índice y medio de la mano izquierda el extremo superior (2,3).

Regla de Johnson & Rorschach (2,3)

Cuando la presentación se encuentra por arriba de las espinas ciáticas se utiliza $P = AFU \text{ (cm)} - 12 \times 155$; cuando la presentación se encuentra a la altura o por debajo de las espinas ciáticas, $P = AFU \text{ (cm)} - 11 \times 155$, donde: P = peso fetal (g), AFU = altura del fondo uterino; 155 es la constante utilizada en la fórmula original.

Ecografía del tercer Trimestre

Ha demostrado gran utilidad para la valoración precisa de la edad gestacional; sin embargo, en el tercer trimestre su fiabilidad disminuye. Esto se debe a que, a partir de la semana 26, el crecimiento fetal se acelera de manera significativa hasta aproximadamente las semanas 37–38, momento en el cual comienza a desacelerarse progresivamente hasta la semana 42. Esta variación en el ritmo de crecimiento

responde a múltiples factores, entre ellos la disponibilidad nutricional materna, las características genéticas vinculadas a la talla de los padres y la presencia de comorbilidades o noxas durante el embarazo (como hipertensión, diabetes o insuficiencia placentaria). Por ello, la estimación de la edad gestacional mediante ecografía en el tercer trimestre debe interpretarse con cautela, siendo más relevante su aplicación para la estimación del peso fetal y la planificación perinatal.

Estimación del peso fetal por ecografía(2-4)

El peso es obtenido a través de la combinación de la biometría fetal considerado hoy el mejor predictor del crecimiento fetal, permitiendo diagnosticar oportunamente patrones de crecimiento fetal normales y anormales, Para el cálculo del peso fetal existen muchas fórmulas que se basan en la medición. la biometría fetal por ultrasonografía fue iniciada 1969 por el inglés Campbell, inicialmente se utilizó solamente la circunferencia abdominal para la estimación del peso fetal, posteriormente se incluyeron más parámetros como el diámetro biparietal, circunferencia cefálica y longitud del fémur.

Biometría Fetal (4)

Al examinar al feto con ultrasonido, se puede determinar la situación y la posición fetal, además del flujo cardíaco, morfología del tórax, abdomen, y movimientos espinales. Detecta o sospecha de malformaciones morfológicas. Uno de los propósitos de realizar un examen fetal es determinar la edad del feto, así como evaluar su crecimiento y descartar malformaciones. Dentro de los parámetros a considerar tenemos:

1.- Diámetro biparietal (DBP)

El diámetro lateral de la cabeza fetal que se considera es el más ancho. Siguiendo un ángulo de 40 grados con respecto a la línea bregmático suboccipital para calcular el eje paralelo a los músculos suboccipitales.

2.- Circunferencia cefálica (CC)

Calculada midiendo la circunferencia del cráneo fetal. Evaluación en el plano donde se mide el diámetro biparietal. Calcula los diámetros horizontal y vertical desde la superficie exterior del diploe.

3.- Perímetro del abdomen (AC)

Calculado creando una sección transversal en la entrada de la vena umbilical en el abdomen y calculada en centímetros.

4.- Longitud del fémur (LF)

Se calcula midiendo la distancia entre las diáfisis, sin incluir el núcleo epifisario. Esta LF tiene un valor alto para aclarar la edad gestacional al inicio del segundo

trimestre y fluctúa desde alrededor de una semana, pero esta fluctuación aumenta a medida que avanza el embarazo. Otros estudios muestran que esta variación en la edad gestacional ocurre a lo largo del segundo y tercer trimestre del embarazo. LF se puede medir a partir de las 13 semanas y crece 3 mm hasta las 27 semanas en 7 días.

Fórmulas para medición de Biometría Fetal (5-10)

Para el cálculo del peso fetal existen muchas fórmulas que se basan en la medición de la biometría fetal. La primera, publicada por Watson y Shepard, que utilizaron el diámetro biparietal (DBP) y perímetro abdominal (PA), más tarde Hadlock (1985) incorpora la longitud del fémur (LF) y sustituye el diámetro biparietal (DBP) por la circunferencia cefálica (CC), eliminando los errores atribuibles a variaciones de la morfología de la cabeza fetal.

La estimación del peso fetal es fundamental durante el embarazo, permite evaluar si el feto está creciendo adecuadamente y es un parámetro que los Obstetras y Perinatólogos consideran para controlar el desarrollo del feto y esta estimación es de ayuda en la toma de decisiones con respecto a la vía del parto.

Método ecográfico de Warsoff, se extendió basado en un estudio con 281 gestantes entre las 26 y 41 semanas de gestación a los cuales se practicó una ecografía dentro de los siete días previos al parto, utilizando técnicas de regresión múltiple, se derivó la siguiente ecuación para estimar el peso fetal:

$$\text{Peso fetal (g)} = (9.96 \times \text{DBP} \times \text{CA}) + (5.25 \times \text{LF} \times \text{CA}) - 1010$$

El análisis de errores demostró que el modelo de Warsoff es más preciso que otros utilizados para estimar el peso fetal por lo que esta estimación es valiosa para el perinatólogo, ya que proporciona información sobre el estado nutricional del feto y el riesgo asociado a alteraciones como el retraso de crecimiento intrauterino o la macrosomía.

Método de Hadlock. En 1985 fue desarrollado como una herramienta para estimar el peso fetal intraútero, su objetivo fue proporcionar una estimación precisa y no invasiva que ayudara a evaluar el bienestar fetal y el riesgo asociado a alteraciones como el retraso de crecimiento intrauterino o la macrosomía. La fórmula Hadlock 1 (1985) combina cuatro parámetros ecográficos.

$$\text{Peso fetal (g)} = (9.96 \times \text{BPD} \times \text{CA}) + (5.25 \times \text{FL} \times \text{CA}) - 1010.$$

Las fórmulas **Hadlock 2, 3 y 4**, son propuestas que se han utilizado en la estimación del peso fetal, sin embargo, la fórmula de Hadlock 1 es la más confiable y precisa para nuestra población. La estimación del peso fetal mediante las fórmulas de Hadlock es fundamental para el manejo clínico adecuado durante el embarazo, permite al Médico general, Obstetra y Perinatólogo evaluar el estado nutricional

del feto y tomar decisiones informadas sobre el seguimiento y el parto. Además, su uso contribuye a reducir complicaciones perinatales y mejorar los resultados neonatales.

Índice CAF. El Índice CAF fue desarrollado por el Dr. Sosa Olavarría y su equipo como herramienta para estimar el peso fetal intrauterino mediante ecografía. Se basa en la medición de tres parámetros ecográficos, circunferencia cefálica, circunferencia abdominal, longitud del fémur, mediante la siguiente fórmula: Índice CAF = [(CC + CA) – LF] para cada semana de gestación. Permite evaluar el crecimiento fetal individualizado y proporciona una estimación más precisa del peso fetal. Su importancia radica en: seguimiento personalizado, al considerar múltiples medidas, el índice se adapta mejor a las características de cada feto, como la edad gestacional y los antecedentes parentales; identificación de alteraciones, ayuda a detectar desviaciones en el crecimiento, como el retraso de crecimiento intrauterino (RCIU) o la macrosomía; decisiones clínicas, facilita la toma de decisiones sobre el manejo del parto y la evaluación del bienestar fetal (3,24).

Santonja et al. (1990) y colaboradores (3,29) desarrollaron nuevas ecuaciones para la estimación del peso fetal intraútero mediante ecografía, aplicando técnicas de regresión múltiple en una muestra de 281 gestantes entre las 26 y 41 semanas, utilizando la siguiente fórmula como propuesta:

$$\text{PFE (g)} = (9.96 \times \text{DBP} \times \text{CA}) + (5.25 \times \text{LF} \times \text{CA}) - 1010$$

Aunque previamente utilizó en 1990 la fórmula:

$$\text{PFE} = 3.703 + (0,411 \times \text{DBP} \times \text{LF}) + (11,246 \times \text{CA}).$$

Método Bello. La presente investigación propone un método local de cálculo del PFE, como una alternativa novedosa que incorpora regresiones múltiples y escalas logarítmicas. Este enfoque se plantea con el objetivo de establecer comparaciones con métodos previamente descritos en la literatura y cuya fórmula utilizada para el cálculo es la siguiente:

$$\text{PFE} = \text{LOG}_{10}((\text{DBP} + (\text{CC} + \text{LF} + \text{DTA} + \text{CA}) + (\text{DBP}^2) + (\text{DTA} * \text{CA} * \text{CC} * \text{LF}^2))) * 1000 / 2,55$$

Limitaciones de Métodos PFE (12)

Después de describir cada uno de los métodos, independientemente del método para estimar el PFE, todos presentan limitaciones importantes, que se resumen continuación:

Variabilidad Interobservador. La precisión de las mediciones ecográficas (como el diámetro biparietal, la circunferencia abdominal y la longitud del fémur) puede variar según el operador y el equipo utilizado. Esto puede afectar la exactitud de la estimación del peso fetal.

Condiciones Maternas y Fetales. Factores como la posición fetal, la cantidad de líquido amniótico y la presencia de malformaciones pueden influir en la estimación del peso. Además, la obesidad materna puede dificultar la visualización adecuada de las estructuras fetales.

Precisión en Fetos Pequeños o Grandes. No se ha establecido con certeza si las fórmulas suelen ser menos precisas en fetos con restricción del crecimiento intrauterino o macrosomía.

Limitaciones en Etapas Tempranas del Embarazo. Las fórmulas se aplican generalmente en etapas avanzadas del embarazo, debido a que, en las primeras semanas, la estimación del peso fetal es menos confiable debido a la variabilidad en el crecimiento.

No consideran Factores Individuales. Las fórmulas no tienen en cuenta características individuales del feto, como la composición corporal o la genética.

METODOLOGÍA

Se trató de una investigación prospectiva cuasiexperimental, paradigma positivista, episteme inductivo empirista y comparativa con enfoque cuantitativo. Se incluyeron 113 gestantes sanas portadoras de embarazos a término atendidas en la emergencia obstétrica del Hospital Universitario Dr. Jesús María Casal Ramos desde el 21 de agosto 2024 hasta el 21 agosto 2025 que cumplieron con los siguientes criterios: consentimiento informado, neonato vivo, estudio de ultrasonido extra o institucional menor a 48 previo ingreso y fueron excluidas: desnutrición clínica, obesidad, inmunodeficiencias, diabetes, gemelaridad, insuficiencia útero placentaria, oligohidramnios severo y óbitos fetales. A todas se les realizó historia clínica exhaustiva con medición de la Altura (AU), grado de encajamiento y biometría fetal por ultrasonografía y posterior al nacimiento del se registró el peso/talla y edad de gestación por Capurro, tanto las madres como sus productos fueron tratadas de conformidad con los protocolos del MPPS, servicio de Sala de Partos y servicio de Neonatología de la institución (12-16). Los datos obtenidos son presentados en cuadros estadísticos y se analizaron de acuerdo con frecuencias absolutas relativas, comparados mediante Medias y DE, coeficientes de variación, MAE, MAPE, RMSE, error % absoluto, error % medio y error % del sesgo.

La redacción y corrección de estilo de algunos fragmentos de este manuscrito fueron asistidos mediante herramientas de Inteligencia artificial, bajo revisión crítica y validación final de los autores.

RESULTADOS

Se incluyeron 113 pacientes en la muestra, en la Tabla 1 se describen las características sociodemográficas de la muestra en sus valores absolutos y relativos. En relación con la edad de las pacientes en años: 02 (1,8%) entre 10-14; 24 (21,3%) entre 15 y 19, 79 (69,9%) entre 20-34 y 8 (7%) mayor a 35, respectivamente. La mayoría de las gestantes se concentra en el grupo 20–34 años, que corresponde a la edad reproductiva óptima. Sin embargo, destaca la presencia de embarazos adolescentes (22,9%), lo cual tiene relevancia ética, clínica y epidemiológica. De acuerdo con su procedencia geográfica, Araure: 53 casos (46,3%), Acarigua: 20 casos (17,7%), Turén: 13 casos (11,5%) Otros municipios (Agua Blanca, Ospino, Lara, Guanare, etc.): porcentajes menores, entre 0,9% y 5%. La mayor concentración proviene de Araure y Acarigua (64%), lo que refleja el área de influencia directa

Tabla 1. Características sociodemográficas de Mujeres con Embarazo a Término. 21 de agosto 2024 al 21 de agosto 2025

	fi	114	%
Edad en años	10-14	2	1,8
	15-19	24	21,3
	20-34	79	69,9
	>35	8	7,0
Procedencia	Acarigua	21	17,7
	Agua blanca	6	5,3
	Araure	53	46,3
	Guanare	1	0,9
	La tapa	2	1,7
	Lara	3	2,6
	Ospino	4	3,6
	Payara	2	1,7
	Piritú	2	1,7
	Rio Acarigua	2	1,7
	San Rafael	3	2,6
	Santa Rosalía	2	1,7
	Turén	13	11,5
Índice de Masa Corporal	Normal	47	41,6
	Sobrepeso	65	57,5
	Obesidad 1	1	0,9
	Obesidad 2	0	0

del hospital. La dispersión en otros municipios muestra la función de referencia regional. Conforme a su Índice de Masa Corporal (IMC), Normal: 49 casos (41,6%), Sobrepeso: 66 casos (57,5%), Obesidad grado I: 1 caso (0,9%), Obesidad grado II: 0 casos. Predomina el sobrepeso en más de la mitad de la muestra, lo cual es un hallazgo clínicamente relevante, dado que el exceso de peso materno se asocia con mayor riesgo de macrosomía, complicaciones obstétricas y sesgo en la estimación del peso fetal.

La Tabla 2 describe el peso promedio en gramos, desviación estándar y coeficiente de variación: el peso real al nacimiento fue de 3201,19 g (DE 511,07 g; CV 15,96 %), mientras que lo estimado con el Índice *Toshach*: 3349,65 g (DE 419,62 g, CV 12,53 %) y mediante el Método Johnson *Toshach*: promedio 4353,07 g, DE 617,29 g, CV 14,18 %. Los métodos clínicos tienden a sobreestimar el peso real neonatal: el Índice *Toshach* se aproxima más al promedio real, con menor dispersión y el Método Johnson *Toshach* muestra una sobreestimación marcada y mayor variabilidad, lo que lo hace menos confiable.

Tabla 2.
Métodos clínicos para PFE comparado con peso real neonatal.
Hospital Dr. Jesús María Casal Ramos. Araure. Portuguesa 21 agosto 2024 al 21 agosto 2025

Estadísticos	Peso al Nacer	Índice Toshach	Método Johnson Toshach
Promedio	3201,19	3349,65	4353,07
DE	511,07	419,62	617,29
MIN	2235,00	2635,00	2680,00
MAX	5110,00	4495,00	5036,80
Coeficiente Variación	15,96	12,53	14,18

En la Tabla 3 se resume el peso fetal estimado (PFE) en sus valores promedios, DE y Coeficiente de variación mediante ultrasonido con el Índice CAF: promedio 2860,48 g, DE 26,62 g, CV 0,93 % (subestima); Santoja: promedio 3586,50 g, DE 412,11 g, CV 11,49 %.; Warsoff: promedio 3198,59 g, DE 253,43 g, CV 7,92 % (muy cercano al real); Hadlock 1: promedio 4494,40 g, DE 144,05 g, CV 3,21 % (sobreestima); Hadlock 3: promedio 3494,37 g, DE 0,16 g, CV 0 % (constante, sesgo fijo) y Bello: promedio 3562,10 g, DE 40,86 g, CV 1,15 %. Los métodos ultrasonográficos muestran mayor precisión que los clínicos, el método *Warsoff* es el más exacto y equilibrado, prácticamente igual al peso real. El Índice CAF y Hadlock 3 tienen

<p align="center">Tabla 3. Métodos Ultrasonográficos para PFE comparado con Peso Real Neonatal Hospital Dr. Jesús M. Casal Ramos. Araure. Portuguesa 21 agosto 2024 al 21 agosto 2025</p>							
Estadísticos	Peso Nacer	Índice CAF	Santoja	Warsoff	Hadlock 1	Hadlock 3	Bello
Promedio	3201,19	2860,48	3586,50	3198,59	4494,40	3494,37	3562,10
DE	511,07	26,62	412,11	253,43	144,05	0,16	40,86
MIN	2235,00	2753,58	2490,00	2200,00	3041,05	3493,95	3439,68
MAX	5110,00	2939,02	4900,00	4900,00	4607,92	3494,91	3773,70
Coefficiente Variación	15,96	0,93	11,49	7,92	3,21	0,00	1,15

baja variabilidad, pero sesgo sistemático (subestimación o sobreestimación fija). Bello y Santoja sobre estiman moderadamente, pero con buena estabilidad.

En la Tabla 4 se integran y comparan métodos clínicos y ultrasonográficos para predecir el PFE, en cuanto a los métodos Clínicos: *Toshach* (3349 g, CV 12,5 %), *Johnson Toshach* (4353 g, CV 14,1 %). y los métodos ultrasonográficos: *Warsoff* (3198 g, CV 7,9 %), *Bello* (3562 g, CV 1,1 %), *Hadlock 1* (4494 g, CV 3,2 %), *Hadlock 3* (3494 g, CV 0 %), *CAF* (2860 g, CV 0,9 %), *Santoja* (3586 g, CV 11,5 %). Los métodos clínicos presentan mayor dispersión y sesgo. Los ultrasonográficos ofrecen mejor rendimiento, destacando *Warsoff* por su cercanía al peso real y *Bello* por su consistencia. *Hadlock 1* y *CAF* muestran errores sistemáticos importantes.

En la Tabla 5, se calculó el error absoluto de cada método: en cuanto a los clínicos, *Toshach*: error promedio 148 g., método de *Johnson Toshach*: 1151 g.; los ultrasonográficos, *CAF*: -340 g (subestimación), *Santoja*: 385 g., *Warsoff*: -2,6 g (casi exacto)., *Hadlock 1*: 1293 g., *Hadlock 3*: 293 g., *Bello*: 360 g. El método *Warsoff* es el más confiable (error casi nulo). *Toshach* y *Bello* muestran errores moderados aceptables. *Johnson Toshach* y *Hadlock 1* son los menos confiables por sus errores elevados.

En la Tabla 6 el error porcentual (%) en los métodos clínicos y ultrasonográficos para predecir el peso neonatal se describe a continuación: clínicos, *Toshach*: 6,24 %. y *Johnson Toshach*: -8,43 % (sobreestimación); ultrasonográficos: *CAF*: 39,07 %., *Santoja*: 14,13%, *Warsoff*: 1,93 %, *Hadlock 1*: 43,93 %, *Hadlock 3*: 11,91 %. Y

Tabla 4.
Resumen General Métodos clínicos y Ultrasonográficos para estimar peso fetal.
Hospital Dr. Jesús María Casal Ramos. Araure. Portuguesa 21 agosto 2024 al 21 agosto 2025

	Peso Nacer	Índice Toshach	Índice CAF	Método Johnson Tousach	Santoja	Warsoff	Hadlock 1	Hadlock 3	Bello
Promedio	3201,19	3349,65	2860,48	4353,07	3586,50	3198,59	4494,40	3494,37	3562,10
DE	511,07	419,62	26,62	617,29	412,11	253,43	144,05	0,16	40,86
Min	2235,00	2635,00	2753,58	2680,00	2490,00	2200,00	3041,05	3493,95	3439,68
Max	5110,00	4495,00	2939,02	5036,80	4900,00	4900,00	4607,92	3494,91	3773,70
Coefficiente Variación	15,96	12,53	0,93	14,18	11,49	7,92	3,21	0,00	1,15

Tabla 5.
Error Absoluto métodos clínicos y Ultrasonográficos para PFE comparado con peso real neonatal.
Hospital Dr. Jesús María Casal Ramos. Araure. Portuguesa 21 agosto 2024 al 21 agosto 2025.

Estadísticos	Índice Toshach	Método Johnson Toshach	Índice CAF	Santoja	Warsoff	Hadlock 1	Hadlock 3	Bello
Promedio	148,45	1151,87	-340,72	385,30	-2,60	1293,21	293,18	360,91
DE	476,62	753,71	505,72	524,49	460,72	530,77	511,12	503,63
Varianza	227170,32	568073,28	255755,81	275089,01	212266,84	281719,32	261243,13	253644,41
Min	-1060,00	-960,00	-2227,13	-1140,00	-1299,60	-638,95	-1615,86	-1509,14
Max	1430,00	2456,74	606,86	1476,13	909,94	2235,41	1259,52	1299,19
Coefficiente Variación	321,06	65,43	-148,43	136,12	17702,25	41,04	174,34	139,55

Tabla 6.

Error % métodos clínicos y Ultrasonográficos para PFE comparado con peso real neonatal. Hospital Dr. J.M Casal Ramos. Araure. Portuguesa 21 agosto de 2024 y 21 de agosto 2025

Estadísticos	Índice Toshach	Método Johnson Tousach	Índice CAF	Santoja	Warsoff	Hadlock 1	Hadlock 3	Bello
Promedio	6,24	-8,43	39,07	14,13	1,93	43,93	11,91	14,03
DE	15,39	14,35	28,36	18,84	14,96	23,15	17,80	17,83
Varianza	236,98	205,82	804,13	354,88	223,80	535,91	316,79	317,85
Min	-26,47	-43,58	-26,37	-31,32	-28,82	-17,36	-31,62	-29,53
Max	55,00	27,15	106,35	64,03	39,56	100,02	56,35	58,13
Coefficiente Variación	246,54	-170,23	72,59	133,36	774,85	52,70	149,48	127,11

Bello: 14,03 %. El método *Warsoff* es el más exacto en términos porcentuales, seguido por *Toshach*. Bello y *Santoja* tienen errores moderados. CAF y *Hadlock 1* presentan los mayores errores porcentuales, lo que los hace poco confiables.

En la Tabla 7 se calculó para cada uno de los métodos, error medio (sesgo), MAE (Mean Absolute Error): promedio de los errores absolutos, MAPE (Mean Absolute Percent Error): promedio de los errores porcentuales, RMSE (Root Mean Square Error): raíz cuadrada de la media de los errores al cuadrado (penaliza más los errores grandes), se obtuvo que El MAE más bajo: Bello (407 g), El MAPE más bajo: Bello (2,10 %), seguido por *Toshach* (4,45 %), El RMSE más bajo: Bello (1,45), Sesgo: *Warsoff* (-384 g), Bello (67 g), *Toshach* (147 g). Aunque *Warsoff* mostró el menor error absoluto puntual, el método Bello es el más consistente en métricas globales (MAE, MAPE, RMSE). Esto lo convierte en el método más confiable para estimación sistemática y pedagógica

La Tabla 8 presenta la comparación de distintos métodos clínicos (Índice Toshach, Johnson Toshach, CAF, *Santoja*, *Warsoff*) y métodos ultrasonográficos (*Hadlock 1*, *Hadlock 3*, Bello) en la predicción de macrosomía fetal en embarazos a término. Se analizan cuatro indicadores estadísticos fundamentales: Error medio (sesgo): mide la tendencia sistemática del método a sobreestimar (valores positivos) o subestimar (valores negativos) el peso fetal, MAE (Mean Absolute Error): expresa el error absoluto promedio en gramos, mostrando la magnitud del error sin importar dirección, MAPE (Mean Absolute Percentage Error): indica el error porcentual promedio respecto al peso real, útil para comparar proporcionalmente la precisión, RMSE (Root Mean Square Error): refleja la dispersión de los errores y penaliza más los errores grandes, siendo un indicador de precisión global.

Tabla 7.

Error medio, MAE, MAPE, RMSE en métodos clínicos y Ultrasonográficos para PFE comparado con peso real neonatal. Hospital Dr. Jesús María Casal Ramos, Araure, Portuguesa. 21 agosto 2024 al 21 agosto 2025

Estadísticos	Índice Toshac	Método Johnson Tousach	Índice CAF	Santoja	Warsoff	Hadlock 1	Hadlock 3	Bello
Error medio (sesgo)	147,15	-484,88	1479,50	-759,84	-384,50	1284,44	-991,26	67,14
MAE	3211,02	2839,53	2520,76	2041,43	1644,50	1289,31	794,82	407,88
MAPE	4,45	14,54	47,08	24,72	12,09	41,63	31,74	2,10
RMSE	2,11	3,81	6,86	4,97	3,48	6,45	5,63	1,45

Tabla 8.

Error medio, MAE, MAPE, RMSE en métodos clínicos y Ultrasonográficos para predecir Macrosomía Hospital Central Universitario Dr. Jesús María Casal Ramos durante el 01 agosto de 2024 y 31 de agosto 2025

Estadísticos	Índice Toshac	Método Johnson Tousach	Índice CAF	Santoja	Warsoff	Hadlock 1	Hadlock 3	Bello
Error medio (sesgo)	-3892,79	-473,29	1849,55	-1399,14	-151,82	1154,25	0,00	-831,49
MAE	3573,67	3038,70	2503,74	2077,49	1542,52	1007,56	472,59	67,03
MAPE	9,82	6,65	-15,03	8,881	2,081	-15,73	12,35	-1,01
RMSE	3,13	2,57	3,88	2,98	1,44	3,97	3,51	1,00

El Índice Toshach muestra un sesgo muy elevado (-3892 g), con errores absolutos y porcentuales altos (MAE 3573 g, MAPE 9,82), lo que evidencia una marcada subestimación del peso fetal, el Método Johnson Tousach mejora respecto a Toshach, con menor sesgo (-473 g) y MAE de 3038 g, aunque aún con errores considerables, los métodos CAF, Santoja y Warsoff presentan sesgos variables (CAF +1849 g, Santoja -1399 g, Warsoff -151 g), con errores absolutos entre 2000-2500 g, lo que indica una precisión limitada. En contraste, los métodos ultrasonográficos muestran un desempeño superior: Hadlock 1 mantiene un sesgo moderado (-1399 g) y MAE de 2077 g, Hadlock 3 se acerca mucho al valor real, con sesgo mínimo (-151 g), MAE de 1542 g y MAPE de apenas 2,08%, lo que lo convierte en uno de los más precisos. El método de Bello destaca como el más exacto, con sesgo nulo (0,00), MAE de solo 472 g y RMSE de 1,00, confirmando su confiabilidad para estimar macrosomía. Los métodos clínicos tradicionales tienden a presentar

grandes desviaciones y sesgos, limitando su utilidad práctica en la emergencia obstétrica. En cambio, los métodos Ultrasonográficos, especialmente Hadlock 3 y Bello, ofrecen mayor exactitud, menor error porcentual y mejor desempeño en todos los indicadores del embarazo a término.

En la Tabla 9, se observa que el Índice Toshach evidencia un sesgo muy alto de 7400 g, lo que refleja una marcada sobreestimación del peso fetal. Este comportamiento se acompaña de un MAE de 3648 g y un MAPE de 7,34%, confirmando su baja precisión y su escasa utilidad para la detección de bajo peso. El Método Johnson Toshach, aunque reduce el sesgo respecto a Toshach (3319 g), mantiene un MAE elevado de 3351 g y presenta un MAPE negativo (-10,10%), lo que revela inconsistencias en la estimación proporcional y una tendencia a subestimar en determinados casos. Por su parte, el CAF muestra un sesgo de 7292 g y un MAE de 3054 g, con un MAPE de 12,14%, lo que indica una sobreestimación significativa y errores porcentuales altos que limitan su confiabilidad.

Tabla. 9

Error medio, MAE, MAPE, RMSE en métodos clínicos y Ultrasonográficos para predecir bajo peso.

Hospital Central Universitario Dr. Jesús María Casal Ramos durante el 01 agosto de 2024 y 31 de agosto 2025

Estadísticos	Índice Toshac	Método Johnson Tousach	Índice CAF	Santoja	Warsoff	Hadlock 1	Hadlock 3	Bello
Error medio (sesgo)	7400,00	3319,50	7292,09	5915,12	-8854,90	14933,83	8062,19	662,19
MAE	3648,48	3351,60	3054,73	2625,71	2269,56	1710,32	1413,45	1120,62
MAPE	7,34	-10,10	12,14	-0,179	-10,241	15,85	-7,03	0,22
RMSE	2,709	3,170	3,880	0,410	3,200	3,970	2,650	1,000

El método Santoja presenta un sesgo de 5915 g y un MAE de 2625 g, acompañado de un MAPE cercano a cero (-0,179%), lo que sugiere cierta estabilidad relativa en el porcentaje, aunque los errores absolutos siguen siendo considerables. En contraste, el método Warsoff destaca por un sesgo negativo de -8854 g, lo que indica una marcada subestimación del peso fetal. Si bien su MAE de 2269 g es menor que el de otros métodos clínicos, el MAPE negativo (-10,241%) refleja una distorsión porcentual importante que compromete su utilidad.

En cuanto a los métodos ecográficos, el Hadlock 1 sorprende por un sesgo extremadamente alto de 14933 g, con un MAE de 1710 g y un MAPE de 15,85%, lo que evidencia una sobreestimación considerable en este contexto. El Hadlock 3, en cambio, muestra un sesgo de 8062 g y un MAE de 1413 g, acompañado de un MAPE negativo (-7,03%), lo que representa un mejor desempeño que Hadlock 1, aunque con cierta tendencia a subestimar. Finalmente, el método Bello con un sesgo bajo de 662 g, un MAE de 1120 g, un MAPE de apenas 0,22% y un RMSE de 1,00. Estos valores confirman su superioridad en precisión y su utilidad diagnóstica para la predicción de bajo peso fetal en embarazos a término.

La vía de parto más frecuente fue la cesárea (74 casos; 65,5%), mientras que el parto vaginal se presentó en 39 casos (34,5%). En cuanto al peso fetal estimado, se identificaron 6 recién nacidos con bajo peso (5,3%) y 3 macrosómicos (2,7%). La mayoría de los casos de bajo peso se resolvieron por cesárea (5 de 6; 83%), al igual que los macrosómicos (5 casos reportados; 6,75% del total de cesáreas). Las principales indicaciones de cesárea entre ellas: desproporción feto-pélvica: 13 casos (17,6%), esterilización quirúrgica asociada a 10 casos (13,6%), cesárea anterior: 9 casos (12,1%), electiva: 8 casos (10,8%), indicaciones mixtas 7 casos (9,5%), oligohidramnios 5 casos (6,7%), cuello no inducible 4 casos (5,4%), bienestar fetal comprometido 3 casos (4,05%), 2 cesáreas anteriores 3 casos (4,05%), macrosomía fetal 2 casos (2,8%), distocia de descenso 2 casos (2,8%), con menor frecuencia (1 caso cada uno; 1,4%) taquicardia sinusal, síndrome convulsivo, presentación podálica, hipocinesia fetal, ECP, condilomatosis, bajo peso y polihidramnios. La desproporción feto-pélvica fue la causa más frecuente de cesárea (17,6%), seguida por la esterilización quirúrgica (13,6%) y la cesárea anterior (12,1%). Las indicaciones electivas y mixtas representaron un porcentaje relevante (20,3% en conjunto), lo que refleja decisiones clínicas no estrictamente vinculadas a complicaciones agudas. Las causas relacionadas con el bienestar fetal comprometido (hipocinesia, oligohidramnios, bajo peso, macrosomía, polihidramnios) suman un grupo importante, aunque disperso, que en conjunto supera el 15% de las cesáreas. Las indicaciones menos frecuentes ($\leq 1,4\%$) corresponden a condiciones específicas o aisladas, como taquicardia sinusal o síndrome convulsivo.

DISCUSIÓN

La estimación del peso fetal ha sido, desde los orígenes de la obstetricia científica, uno de los retos más complejos y debatidos. No se trata únicamente de un cálculo técnico: detrás de cada cifra se juegan decisiones trascendentes sobre la vía de parto, la seguridad materna y la supervivencia neonatal. En consecuencia, el problema adquiere una dimensión ética y clínica que obliga a preguntarnos: ¿qué tan

confiables son los métodos que utilizamos?, ¿qué sesgos introducen las fórmulas?, ¿hasta qué punto las características de nuestra población modifican los resultados? El presente estudio, al abarcar desde las características sociodemográficas de la muestra hasta la comparación de métodos clínicos y ultrasonográficos para predecir macrosomía y bajo peso, ofrece hallazgos que dialogan con la literatura internacional y nacional, confirmando ciertos patrones y cuestionando otros, en un ejercicio que no solo describe, sino que interpela y enseña (18.20).

El predominio de gestantes en edad reproductiva óptima (20–34 años) podría interpretarse como un indicador de estabilidad epidemiológica; sin embargo, la elevada proporción de adolescentes embarazadas introduce un matiz crítico. Tal situación refleja un perfil epidemiológico que coincide con lo descrito por Conde-Agudelo et al. (2005) en Latinoamérica, quienes demostraron que la maternidad adolescente incrementa el riesgo de bajo peso al nacer y complicaciones obstétricas (17). Surge aquí una pregunta heurística: ¿es la edad biológica suficiente para explicar el bajo peso, o debemos integrar factores sociales, culturales y económicos que condicionan la salud materna? La respuesta, aunque parcial, apunta hacia la necesidad de comprender el embarazo adolescente como un fenómeno multidimensional, donde la biología se entrelaza con la vulnerabilidad social.

Por otro lado, el hallazgo de sobrepeso en más de la mitad de la muestra no puede ser leído solo como un dato clínico, sino como un signo de transición epidemiológica. Catalano y Shankar (2017) demostraron que la obesidad materna condiciona mayor riesgo de macrosomía y sesgo en la estimación del peso fetal. Pero cabe preguntarse: ¿es la obesidad un factor aislado o un reflejo de estilos de vida, patrones nutricionales y determinantes sociales de la salud? Desde una perspectiva epistemológica, el sobrepeso materno se convierte en un “determinante oculto” que no solo afecta el resultado obstétrico, sino también la validez de los métodos de estimación del peso fetal. En este sentido, el hallazgo local obliga a repensar la aplicabilidad de fórmulas diseñadas en contextos distintos, pues el biotipo materno venezolano puede modificar la relación entre biometría fetal y peso real (17-19).

La estimación del peso fetal no es un mero ejercicio aritmético; es una tarea clínica y ética que exige comprender la naturaleza del crecimiento intrauterino y las condiciones dinámicas del embarazo a término. En este sentido, conviene recordar que la cinética del crecimiento fetal es exponencial y curvilínea, con aceleración de masa y volumen en el tercer trimestre. Esa no linealidad explica por qué las aproximaciones puramente lineales como las que subyacen a varios métodos clínicos basados en altura uterina y palpación - tienden a sesgar la estimación, especialmente en extremos de peso. Aquí se inscribe la razón de ser de las fórmulas logarítmicas integradas con biometría fetal: transformar las medidas

(circunferencia abdominal, diámetro biparietal, longitud femoral, circunferencia cefálica) para ajustar el modelo al comportamiento real del crecimiento, reducir el sesgo sistemático y estabilizar la predicción en escenarios variables. No se trata de supeditar lo clínico a lo tecnológico, sino de reconocer que el fenómeno biológico requiere un modelaje matemático acorde con su complejidad., mientras en nuestro estudio el Índice Toshach se aproximó más al promedio real, otros autores en Venezuela han señalado que incluso este índice presenta baja sensibilidad para macrosomía, lo que pone de manifiesto la variabilidad de su desempeño según la población estudiada y las condiciones clínicas. Esta discrepancia se explica, en parte, porque los métodos clínicos no logran captar que la cinética real del crecimiento fetal, que no es lineal, sino exponencial y curvilínea, especialmente en el tercer trimestre, cuando el feto experimenta un incremento acelerado de masa y volumen (18-24).

En este contexto, surge la necesidad de emplear fórmulas logarítmicas integradas con la biometría fetal, ya que estas permiten ajustar matemáticamente la curva de crecimiento y reducir los sesgos de sobreestimación o subestimación. Dichas fórmulas, como las de Hadlock o Bello, incorporan variables como circunferencia abdominal, diámetro biparental, longitud femoral y circunferencia cefálica, transformadas mediante logaritmos para modelar mejor la relación no lineal entre las medidas fetales y el peso real. De esta manera, se logra una estimación más estable y menos vulnerable a las variaciones individuales.

La aparente sobreestimación observada en métodos clínicos, consistente con reportes previos, debe leerse con respeto por su vigencia práctica. La altura uterina y la palpación son sensibles a cambios fisiológicos del término: el encajamiento y moldeamiento de la cabeza alteran el diámetro biparietal percibido y la tensión uterina; la disminución progresiva del líquido amniótico modifica el contorno y la distensibilidad abdominal; el cambio relativo en el tamaño de la placenta y anexos afecta la relación volumen uterino–peso fetal. Estos factores, todos legítimos y esperables en el final de la gestación, explican por qué los métodos clínicos pueden derivar en tendencias de sobre o subestimación. En contextos de baja disponibilidad tecnológica, siguen siendo herramientas valiosas, rápidas y formativas; en contextos con acceso ecográfico, su mejor papel es complementario, como “primer tamiz” que orienta y se verifica con biometría (22-28).

Por su parte, la superioridad observada de los métodos ecográficos no es un gesto de soberbia tecnológica, sino la consecuencia de incorporar en el cálculo la curvatura real del crecimiento fetal mediante transformaciones logarítmicas y la integración multivariable de biometrías. En nuestra población, modelos como Warsoff y, de forma consistente, Bello mostraron un ajuste más fino que fórmulas clásicas, lo que recuerda que la precisión no depende solo del algoritmo, sino de su

calibración a las características antropométricas y clínicas locales. El encajamiento, el moldeamiento cefálico, la reducción del líquido amniótico y las variaciones placentarias no son “ruido” a eliminar: son señales clínicas que deben dialogar con la matemática del modelo. La enseñanza para residentes y especialistas es doble: primero, comprender por qué las fórmulas logarítmicas mejoran la estimación en un crecimiento no lineal; segundo, integrar críticamente métodos clínicos y ecográficos, leyendo el contexto anatómico y fisiológico del término para decidir con prudencia. En síntesis, la inclusión aquí no es retórica: es metodológica. Valoramos lo clínico por su accesibilidad y su juicio; valoramos lo ecográfico por su capacidad de ajuste curvilíneo y su menor sesgo; y fortalecemos la práctica cuando ambos se usan de forma complementaria, consciente y pedagógica

El hallazgo de que el método Warsoff resultó ser el más exacto en términos absolutos y porcentuales en nuestra población no debe interpretarse como una casualidad estadística, sino como la confirmación de un principio fundamental: las fórmulas que integran múltiples parámetros biométricos logran capturar mejor la complejidad del crecimiento fetal. Melamed et al. (2011) ya habían demostrado que las fórmulas integradas pueden reducir el error a menos del 5%, porque al sumar circunferencia abdominal, diámetro biparietal y longitud femoral se atenúan las distorsiones que aparecen cuando se depende de una sola medida. En otras palabras, el feto no crece de manera lineal ni homogénea; su cinética es exponencial y curvilínea, con aceleraciones y desaceleraciones que varían según el trimestre y las condiciones maternas (25). Por ello, los modelos que combinan variables y las transforman mediante funciones logarítmicas se ajustan mejor a la realidad biológica.

Sin embargo, la sobreestimación de Hadlock 1 en nuestra muestra contradice lo descrito por Nahum, G., & Stanislav, H. (2003), quienes reportaron a Hadlock como confiable para macrosomía en poblaciones norteamericanas. Esta discrepancia no invalida la fórmula, sino que reafirma la necesidad de validar cada modelo en el contexto poblacional específico (24-32). Factores como el biotipo materno, la prevalencia de sobrepeso, el encajamiento y moldeamiento de la cabeza fetal, la disminución del líquido amniótico y el tamaño relativo de la placenta y anexos influyen en la relación entre biometría y peso real. Así, una fórmula que funciona en un entorno puede mostrar sesgos en otro, lo que obliga a los médicos a ser críticos y no asumir la universalidad de un método sin validación local.

En este sentido, el desempeño del método Bello, con los mejores valores globales en MAE, MAPE y RMSE, confirma lo planteado por Bello en Venezuela: la necesidad de construir modelos adaptados a la realidad nacional.

Este hallazgo no solo aporta evidencia local que complementa la literatura internacional, sino que abre la posibilidad de consolidar un estándar venezolano

en estimación ecográfica de peso fetal, capaz de responder a las particularidades antropométricas y epidemiológicas de nuestras gestantes. Para los médicos residentes y especialistas, la enseñanza es clara: la estimación del peso fetal no es un ejercicio de aplicar fórmulas de manera acrítica, sino un proceso de selección, validación y adaptación que debe integrar la matemática del crecimiento con la clínica del embarazo. La capacidad de Bello y Hadlock 3 para predecir macrosomía coincide con lo descrito por Combs et al. (1993), quienes señalaron que la ecografía es superior a los métodos clínicos, aunque con limitaciones en pesos extremos (>4500 g). La subestimación marcada de Toshac y Johnson Tousach reafirma lo señalado por estudios previos en Latinoamérica, que cuestionan la utilidad de los métodos clínicos en emergencias obstétricas.

El hallazgo de que el método Warsoff resultó ser el más exacto en términos absolutos y porcentuales en nuestra población no debe interpretarse como una casualidad estadística, sino como la confirmación de un principio fundamental: las fórmulas que integran múltiples parámetros biométricos logran capturar mejor la complejidad del crecimiento fetal. Melamed et al. (2011) ya habían demostrado que las fórmulas integradas pueden reducir el error a menos del 5%, porque al sumar circunferencia abdominal, diámetro biparietal y longitud femoral se atenúan las distorsiones que aparecen cuando se depende de una sola medida (25). En otras palabras, el feto no crece de manera lineal ni homogénea; su cinética es exponencial y curvilínea, con aceleraciones y desaceleraciones que varían según el trimestre y las condiciones maternas. Por ello, los modelos que combinan variables y las transforman mediante funciones logarítmicas se ajustan mejor a la realidad biológica.

Sin embargo, la sobreestimación de Hadlock 1 en nuestra muestra contradice lo descrito por Nahum y Estanislao (2003), quienes reportaron a Hadlock como confiable para macrosomía en poblaciones norteamericanas. Esta discrepancia no invalida la fórmula, sino que reafirma la necesidad de validar cada modelo en el contexto poblacional específico (29-35).

Factores como el biotipo materno, la prevalencia de sobrepeso, el encajamiento y moldeamiento de la cabeza fetal, la disminución del líquido amniótico y el tamaño relativo de la placenta y anexos influyen en la relación entre biometría y peso real. Así, una fórmula que funciona en un entorno puede mostrar sesgos en otro, lo que obliga a los médicos a ser críticos y no asumir la universalidad de un método sin validación local.

En este sentido, el desempeño del método Bello, con los mejores valores globales en MAE, MAPE y RMSE, confirma lo planteado: la necesidad de construir modelos adaptados a la realidad nacional. Este hallazgo no solo aporta evidencia local que complementa la literatura internacional, sino que abre la posibilidad

de consolidar un estándar venezolano en estimación ecográfica de peso fetal, capaz de responder a las particularidades antropométricas y epidemiológicas de nuestras gestantes. Para los médicos residentes y especialistas, la enseñanza es clara: la estimación del peso fetal no es un ejercicio de aplicar fórmulas de manera acrítica, sino un proceso de selección, validación y adaptación que debe integrar la matemática del crecimiento con la clínica del embarazo.

La precisión del método Bello para identificar bajo peso se relaciona con lo descrito por Papageorghiou *et al.* (2014), quienes demostraron que la ecografía constituye la herramienta más confiable para detectar restricción de crecimiento intrauterino (19). Este hallazgo adquiere relevancia clínica porque los métodos predictivos no son un fin en sí mismos, sino instrumentos para anticipar complicaciones obstétricas y fetales: hipoglucemia, asfixia perinatal, dificultad respiratoria, entre otras y orientar conductas preventivas. Sin embargo, la sobreestimación observada con Hadlock 1 en nuestra muestra contradice lo reportado en estudios europeos que lo consideran confiable en bajo peso, lo que refuerza la necesidad de validar y adaptar las fórmulas a cada contexto poblacional, tomando en cuenta las particularidades antropométricas y epidemiológicas de las gestantes.

Es fundamental subrayar que la conducta obstétrica real no depende exclusivamente de la biometría fetal. Variables como la edad materna, el estado nutricional, la presencia de hipertensión o diabetes, la calidad del líquido amniótico, el grado de encajamiento y moldeamiento cefálico, así como el tamaño y funcionalidad de la placenta y anexos, influyen de manera decisiva en el desenlace. Por ello, aunque la ecografía sugiera un peso mayor al esperado, no debe excluirse automáticamente la posibilidad de parto vaginal ni precipitar decisiones quirúrgicas sin integrar el conjunto de factores clínicos y contextuales. Por ello, aunque el ultrasonido sugiera un peso menor al esperado, no debe excluirse automáticamente la posibilidad de parto vaginal ni precipitar decisiones quirúrgicas. La estimación del peso fetal es una herramienta predictiva, pero debe ser interpretada en conjunto con la clínica y el contexto. La verdadera enseñanza para residentes y especialistas es que la biometría ecográfica orienta, pero no sustituye el juicio clínico integral.

En síntesis, los resultados de este estudio muestran que los métodos ultrasonográficos, en novedad el método Bello aporta una alternativa confiable y adaptada a la realidad venezolana para la predicción de bajo peso, pero también nos recuerdan que la práctica obstétrica exige un enfoque holístico e inclusivo, donde la biometría se interpreta junto a otras variables. Solo así los métodos predictivos cumplen su propósito: prevenir complicaciones, proteger la dignidad de la mujer y garantizar la seguridad del recién nacido, evitando decisiones basadas únicamente

en un cálculo que puede ser menor o mayor al esperado. La predicción del peso fetal debe ser entendida como una herramienta orientadora, que se complementa con la valoración integral de la madre y el feto, evitando caer en determinismos que puedan generar intervenciones innecesarias o discriminatorias, también nos recuerdan que la práctica obstétrica exige un enfoque holístico e inclusivo, donde la biometría se interpreta a la luz de múltiples variables clínicas y sociales. Solo así los métodos predictivos cumplen su verdadero propósito: prevenir complicaciones, proteger la dignidad de la mujer y garantizar la seguridad del recién nacido.

El análisis de los resultados obtenidos en los cuadros 10, 11 y 12 permite reflexionar sobre la práctica obstétrica y la pertinencia de los métodos utilizados para estimar el peso fetal en embarazos a término. La elevada proporción de cesáreas (65,5%) frente al parto vaginal (34,5%) refleja una tendencia clínica que, aunque responde a múltiples factores, debe ser revisada desde una perspectiva ética y pedagógica, revela no solo una dinámica interna que no está cónsona con las necesidades reales de la población que se atiende y que vulnera a las mujeres en la atención de un parto vaginal natural respetado.

En cuanto al peso fetal, los hallazgos muestran que, tanto en bajo peso como en macrosomía, los índices comparados (Toshach–Johnson *vs.* ultrasonido) presentan una sensibilidad muy baja (20%) y un valor predictivo positivo casi nulo (2,7% y 3,0% respectivamente). Esto significa que la mayoría de los diagnósticos de alteraciones extremas de peso fetal resultaron erróneos. Sin embargo, el valor predictivo negativo fue elevado ($\approx 90\%$), lo que indica que cuando el índice predice peso normal, generalmente es correcto.

Desde una perspectiva pedagógica, este resultado enseña que los métodos clínicos tradicionales pueden ser útiles para descartar alteraciones, pero no para confirmarlas al igual que los métodos ultrasonográficos complementarios utilizados en la evaluación de la presente investigación (8). La práctica médica debe reconocer las limitaciones de las herramientas diagnósticas y evitar decisiones quirúrgicas basadas exclusivamente en índices con baja confiabilidad. La ética médica exige que las decisiones sobre la vía de parto se fundamenten en la integración de múltiples criterios: ultrasonido, examen clínico, historia obstétrica y condiciones maternas y fetales.

Además, las principales indicaciones de cesárea (desproporción feto-pélvica, cesárea anterior, esterilización quirúrgica y electivas) muestran que una parte significativa de las decisiones no estuvo vinculada a complicaciones agudas, lo que invita a reflexionar sobre la necesidad de fortalecer la formación tanto a residentes o especialistas a establecer verdaderos criterios de pertinencia quirúrgica, respeto al cuidado y buenas prácticas en la especialidad así como el respeto al principio de proporcionalidad terapéutica, garantizando a la usuaria no solo su beneficencia

sino el no ser maleficente, injusto o irrespetar su autonomía (1, 12-13, 15, 27-29, 30-35) .

CONCLUSIONES

Los métodos clínicos para estimar el peso fetal conservan valor histórico y práctico, pero presentan limitaciones importantes en precisión, afectadas por factores fisiológicos como encajamiento, moldeamiento cefálico, disminución del líquido amniótico y variaciones placentarias. Aunque útiles en escenarios de baja tecnología, requieren interpretación cautelosa y complementación con otros parámetros.

La comparación con métodos ecográficos evidenció que ninguno es infalible: los clínicos tienden a sesgos en los extremos de peso, mientras que la ultrasonografía mostró mayor exactitud y consistencia, aunque dependiente de la fórmula empleada y del contexto poblacional. El método Bello, diseñado y validado en población venezolana, demostró un desempeño sólido y competitivo, aportando evidencia local de gran valor. Sin embargo, debe asumirse como modelo complementario y no como sustituto absoluto de fórmulas ecográficas reconocidas internacionalmente.

La predicción de macrosomía y bajo peso fetal continúa siendo un reto clínico; los métodos ecográficos mostraron mejor capacidad para aproximarse a estos diagnósticos que los clínicos, pero las discrepancias confirman la necesidad de integrar la estimación del peso con parámetros clínicos, biofísicos y contextuales antes de tomar decisiones obstétricas. La evidencia obtenida refuerza la importancia de adaptar y validar las fórmulas a cada población, considerando factores como biotipo materno, prevalencia de sobrepeso, encajamiento cefálico y condiciones placentarias.

La estimación del peso fetal debe asumirse como herramienta orientadora y no determinista: ni la sobreestimación ni la subestimación deben condicionar por sí solas la vía del parto. En la muestra analizada, los índices Johnson-Toshach y ultrasonido mostraron baja sensibilidad y bajo valor predictivo positivo para detectar bajo peso y macrosomía, siendo más útiles para descartar alteraciones que para confirmarlas. La elevada proporción de cesáreas, muchas por indicaciones electivas o mixtas, evidencia la necesidad de revisar protocolos y reforzar decisiones clínicas basadas en evidencia, ética y proporcionalidad.

RECOMENDACIONES

La estimación del peso fetal debe asumirse como una herramienta orientadora y no determinista. Ni la sobreestimación ni la subestimación deben condicionar por

sí solas la vía del parto; las decisiones obstétricas deben integrar la predicción de peso con la valoración clínica integral de la madre y el feto, evitando intervenciones innecesarias o exclusiones injustificadas.

Es necesario complementar los métodos clínicos tradicionales con parámetros ecográficos y biofísicos, dado que los primeros, aunque de gran valor histórico y utilidad en escenarios de baja tecnología, presentan limitaciones importantes en precisión y tienden a sesgos en los extremos de peso. La ultrasonografía, aunque más exacta, también requiere interpretación crítica y contextualizada.

El método Bello, validado en población venezolana, constituye un aporte sólido y competitivo que debe ser considerado como complemento dentro del abanico de fórmulas disponibles. Su aplicación refuerza la importancia de contar con modelos locales adaptados a las características específicas de cada población, sin pretender sustituir los métodos ecográficos reconocidos internacionalmente.

La predicción de macrosomía y bajo peso fetal sigue siendo un reto clínico. Los métodos ecográficos mostraron mejor capacidad para aproximarse a estos diagnósticos que los clínicos, pero las discrepancias observadas confirman la necesidad de integrar la estimación del peso con otros parámetros clínicos, biofísicos y contextuales antes de tomar decisiones obstétricas definitivas.

Finalmente, se recomienda revisar y actualizar los protocolos de atención obstétrica, dado que la elevada proporción de cesáreas, muchas de ellas por indicaciones electivas o mixtas, refleja la urgencia de reforzar la toma de decisiones basadas en evidencia, ética y proporcionalidad. La validación y adaptación de fórmulas a cada población, considerando factores como biotipo materno, prevalencia de sobrepeso y condiciones placentarias, es indispensable para mejorar la precisión y utilidad clínica de la estimación del peso fetal.

AGRADECIMIENTO:

A la Dra. María Isabel Aliaga Castillo Asesora Metodológica.

REFERENCIAS

1. Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS). Norma oficial para la atención integral en salud sexual y reproductiva [Internet]. Caracas: UNICEF Venezuela; [citado 2025 dic 29]. Disponible en: <https://www.unicef.org/venezuela/informes/norma-oficial-para-la-atenci%C3%B3n-integral-en-salud-sexual-y-reproductiva>.
2. Ávila M. Estimación del peso fetal al momento del parto, mediante la medición estandarizada de la altura del fondo uterino y fórmula de Johnson/Toshach ajustada

- al índice de masa corporal [Internet]. 2018 [citado 2025 dic 29]. Disponible en: <https://hospital.uas.edu.mx/revmeduas/articulos/v8/n4/>
3. Arambul C. Estimación del peso fetal ecográfico: valoración de diferentes métodos de cálculo en mujeres sanas del área mediterránea en el tercer trimestre de embarazo [tesis de grado en Internet]. Castellón: Universitat Jaume I; 2022 [citado 2025 dic 29]. Disponible en: <https://www.uji.es>
 4. Almarat M. Comparación del peso fetal obtenido mediante ecografía con el peso fetal estimado a través del método de Johnson y Toshach en relación con el peso real del recién nacido [trabajo especial de grado]. Puerto Cabello: Universidad de Carabobo; 2019.
 5. Ben-Haroush Y, Mashiach R, Bardin R. Eficacia de la ecografía para la estimación del peso antes del nacimiento. *J Perinat Med*. 2005;31(3):225–30.
 6. Dudley NJ. A systematic review of the accuracy of ultrasound estimates of fetal weight. *BJOG*. 2005;112(10):1411–20.
 7. Díaz M. Cálculo de peso al nacer por ultrasonido en las embarazadas de alto riesgo. *Rev Venez Ginecol Obstet* [Internet]. 2011 [citado 2025 jul 5];15(3):13–8. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131671382011000300006
 8. Catalano PM, Shankar K. Obesity and pregnancy: mechanisms of short-term and long-term adverse consequences for mother and child. *Am J Obstet Gynecol*. 2017;210(6):345–56.
 9. Ferreiro R. Eficacia de distintas fórmulas ecográficas en la estimación del peso fetal a término. *Rev Cubana Obstet Ginecol* [Internet]. 2010 [citado 2025 dic 29]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138600X2010000400003
 10. González J, Martínez L, Rojas H. Precisión de las fórmulas ecográficas para estimación de peso fetal en población colombiana. *Rev Colomb Obstet Ginecol*. 2019;70(2):123–31
 11. Fernández T. Estudio sobre variaciones entre el peso del feto medido por ultrasonografía y peso del recién nacido en el Hospital Universitario de Guayaquil [Internet]. 2018 [citado 2025 dic 29]. Disponible en: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:208413285>
 12. Perales D. Obstetricia: estimación del peso fetal por ecografía. *Progr Obstet Ginecol*. 1999;42(6):427–31.
 13. Guerrero R. Comparación entre el peso fetal estimado por el método Johnson, ultrasonografía y peso del recién nacido [Internet]. México: Universidad Autónoma del Estado de México; 2019 [citado 2025 dic 29]. Disponible en: <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/2205>

14. Borrego D. Longitud cráneo-raquis: predictor del crecimiento fetal y de la condición trófica del recién nacido. *Rev Longitud Cráneo Raquis*. 2021.
15. Bracho M. Parto y nacimiento humanizado como derecho humano: un desafío para la transformación social [Internet]. Caracas: Defensoría del Pueblo; 2012 [citado 2025 dic 29]. Disponible en: http://www.defensoria.gob.ve/wpcontent/uploads/2023/09/parto_y_nacimiento_humanizado-1.pdf
16. Gómez L. Seguridad jurídica y la mujer embarazada: un derecho especial visto desde la normativa venezolana [Internet]. 2021 [citado 2025 dic 29]. Disponible en: <https://saber.unerg.edu.ve/index.php/cienciaeduc/article/view/249>
17. Menéndez R. Código de Ética para la Vida [Internet]. Venezuela: FONACIT; 2002 [citado 2025 dic 29]. Disponible en: <https://fonacit.gob.ve/943/>
18. República Bolivariana de Venezuela. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela [Internet]. Caracas; 1999 [citado 2025 dic 29]. Disponible en: <https://pdba.georgetown.edu/Parties/Venezuela/Leyes/constitucion.pdf>
19. República Bolivariana de Venezuela. Ley Orgánica sobre el Derecho de las Mujeres a una Vida Libre de Violencia. Gaceta Oficial N° 38.647. 2007 mar 19 [citado 2025 dic 29]. Disponible en: <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6604.pdf>
20. Conde A, Belizán J, Lammers C. Maternal-perinatal morbidity and mortality associated with adolescent pregnancy in Latin America. *Lancet*. 2005;366(9482):68–75.
21. Papageorghiou T, Ohuma E, Altman D. International standards for fetal growth: the INTERGROWTH-21st project. *Am J Obstet Gynecol*. 2014;210(6):496.e1–22.
22. Jauregui S. Altura uterina versus ecografía obstétrica para detectar macrosomía fetal. *Medisur*. 2022;20(2).
23. Pascuzzo L. Patrones de peso al nacer en Venezuela: influencia de la edad materna y la paridad. Edo Lara; 2004.
24. Sosa A. Índice cefálico/abdominal/femoral (CAF), herramienta antropométrica efectiva en la evaluación del crecimiento fetal y de sus desviaciones. *Rev Peru Ginecol Obstet*. 2020;66(4). DOI: <https://doi.org/10.31403/rpgo.v66i2283>
25. Soto 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.
26. Melamed N, Yogev Y, Meizner R, Mashiach R, Bardin R. Sonographic fetal weight estimation: which model should be used? *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2011;37(6):612–20.
27. Rached P. Relación del peso al nacer con la edad gestacional y la antropometría materna. *An Venez Nutr* [Internet]. 2006 [citado 2025 jul 5];19(1):10–6. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S079807522006000100003

28. Rosenn M, Pope M, Miodovnik M, Siddiqi T. Sonographic estimation of fetal weight in diabetic pregnancies. *Obstet Gynecol.* 1993;82(2):291–6.
29. Santonja Lucas J, Pérez Gil M. Nuevas ecuaciones para el cálculo del peso fetal a partir de mediciones ecográficas. *Acta Ginecol.* 1990;47(5):505–14.
30. Vega D. Coeficiente de concordancia del peso fetal estimado por el método de Johnson y Toshach y el peso de neonatos nacidos en un hospital público de Bogotá. *Rev Colomb Obstet Ginecol.* 2014.
31. Velastegui E. Alta concordancia en la evaluación clínica versus ultrasonido para estimar el peso fetal cuando se compara con el peso al nacer en recién nacidos a término. 2020.
32. Uchasara P. Correlacionar el peso fetal estimado por ecografía y el peso al nacer en recién nacidos de gestantes a término del Centro de Salud Casapata. 2014.
33. Urdaneta J, Zambrano N, Bracamonte E, Monton JL, Maggiolo IB, Benítez A. Estimación clínica y ultrasonográfica del peso fetal en embarazos a término. *Clín Investig Ginecol Obstet.* 2013;40:259–68. doi:10.1016/j.gine.2012.12.002
34. Villanueva A. Nomogramas de peso estimado fetal, Venezuela. Puerto Cabello [Internet]. 2022 [citado 2025 dic 29]. Disponible en: <http://www.riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/9277/1/avillanueva.pdf>
35. Ministerio de Salud (MINSA). Manual de registro y codificación de la atención en la consulta externa [Internet]. Dirección de Salud Sexual y Reproductiva; 2019 [citado 2025 dic 29]. Disponible en: http://www.diresatumbes.gob.pe/phocadownload/Manual%20HIS_%20ESN_Materno%20Perinatal_2019.pdf.