



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**Instituto Nacional De Perinatología
"Isidro Espinosa De Los Reyes"**

**“Evaluación de la Exactitud en 10 Ecuaciones
Basadas en Parámetros Ultrasonográficos para
la Estimación del Peso Fetal”**

T e s i s

Que Para Obtener El Título De

Especialista En: Medicina Materno-Fetal

PRESENTA

DR. JOSÉ ALFREDO FERNÁNDEZ LARA

**DR. MARIO ESTANISLAO GUZMÁN HUERTA
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN**

**DR. JESÚS ANDRÉS BENAVIDES SERRALDE
DIRECTOR DE TESIS**



2010



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.

AUTORIZACIÓN DE TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD EN 10 ECUACIONES BASADAS EN
PARÁMETROS ULTRASONOGRÁFICOS PARA LA ESTIMACIÓN DEL PESO
FETAL”**

**Med. Cir. Salvador Gaviño Ambriz
Director de Enseñanza
Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”**

**Dr. Mario Estanislao Guzmán Huerta
Jefe del Departamento de Medicina Materno-Fetal
Profesor Titular del Curso de Especialización en Medicina Materno-Fetal
Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”**

**Dr. Jesús Andrés Benavides Serralde
Director de Tesis
Médico Adscrito al Departamento de Medicina Materno-Fetal
Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”**

ÍNDICE

| | |
|--|------------|
| 1. Portada | |
| 2. Hoja de autorización de tesis | i |
| 3. Índice de contenidos | ii |
| 4. Dedicatoria | iii |
| 5. Agradecimientos | iv |
| 6. Resumen | 1 |
| 7. Planteamiento del problema | 3 |
| 8. Antecedentes | 4 |
| 9. Objetivos, hipótesis y justificación | 14 |
| 10. Diseño metodológico | 16 |
| 11. Resultados, análisis y discusión | 20 |
| 12. Conclusiones | 33 |
| 13. Anexos | |
| a. 1. Descripción esquemática del estudio | 34 |
| b. 2. Hoja de consentimiento informado | 35 |
| c. 3. Hoja de recolección de datos | 36 |
| d. 4. Técnica de medición biometría fetal | 37 |
| e. 5. Ecuaciones utilizadas | 38 |
| f. 6. Estandarización | 39 |
| 14. Bibliografía | 40 |

DEDICATORIA

“El éxito se alcanza sólo cuando se tiene con quien compartirlo”.

*A mi esposa y a mis hijos:
gracias por su paciencia, esto no
valdría nada sin ustedes: SABEN
QUE LOS AMO.*

AGRADECIMIENTOS

A mis Padres, por que sin ellos no estaría aquí.

A toda nuestra hermosa familia por su incondicional apoyo.

“Porque grandes son los maestros que hacen pensar a sus alumnos que también pueden ser grandes” mil gracias a todos ellos.

A mis compañeros los que se fueron, los que se gradúan conmigo y los que siguen en el camino, la vida aquí fue más fácil gracias a ustedes.

A mi maestro y amigo el Dr. Daniel A. Kasis Ariceaga por creer en mí.

CAPÍTULO 1

RESUMEN

OBJETIVO: Evaluar la exactitud de 10 ecuaciones basadas en parámetros ultrasonográficos para la estimación del peso fetal en embarazos de 34-41 semanas de gestación.

MATERIAL Y METODOS. Se llevó a cabo un estudio prospectivo, transversal, que incluyó 250 mujeres con embarazo único, sanas, sin alteraciones estructurales fetales, de 34-41 semanas de gestación. Solo aquellas pacientes que tuvieron su parto dentro de las primeras 72hs posteriores al ultrasonido fueron incluidas. Se utilizaron parámetros biométricos ultrasonográficos para estimar el peso fetal antes del nacimiento y se calculó el mismo con 10 fórmulas utilizadas frecuentemente en nuestro medio. Se calculó el porcentaje de error estimado mediante la fórmula $\%Error\ Estimado = (Peso\ al\ Nacimiento - Peso\ Fetal\ Estimado\ por\ ultrasonido) / (Peso\ Fetal\ Estimado\ por\ ultrasonido) \times 100$ y mediante el método de Bland y Altman se llevó a cabo la correlación para determinar el porcentaje de mediciones que estaba fuera del 10% de error estimado.

RESULTADOS. Solamente 2 de las 10 fórmulas tuvieron un porcentaje menor al 10% de error en las mediciones para predecir el peso fetal al nacimiento dentro del 10% de error estimado. 7 de 10 fórmulas tienden a sobreestimar el peso fetal por ultrasonido. La ecuación de Lagos fue la que menos porcentaje de error tuvo en las mediciones (7.2%), mientras que la de Weiner presentó el mayor porcentaje de error en las mediciones con un 18.4%.

CONCLUSIONES. Nuestros hallazgos muestran que la mayoría de las fórmulas empleadas en este análisis (8/10) son inexactas en predecir el peso fetal al nacimiento en población mexicana. Es necesario desarrollar una fórmula que se adecue a nuestra población.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To evaluate the accuracy of 10 equations based on ultrasound parameters for the estimation of fetal weight in pregnancies between 34 to 41 weeks of gestation.

MATERIAL AND METHODS: A prospective, cross-sectional study was performed. 250 healthy women with singleton pregnancies between 34 to 41 weeks of gestation, with previous normal morphologic ultrasound scan were included. Patients whose delivery occurred 72 hours after ultrasound were not included. Biometric ultrasound parameters were recorded in order to estimate birth weight using 10 commonly used formulas. The estimated error rate by the formula was calculated as follows: $\% \text{ Estimated Error} = (\text{Birth Weight} - \text{Estimated Fetal Weight}) / (\text{Estimated Fetal Weight}) \times 100$. Bland and Altman comparison method was also performed to evaluate the correlation of measurements.

RESULTS: 2/10 formulas showed less than 10% of the measurements within 10% error estimate for predicting the fetal birth weight. 7/10 formulas tend to overestimate the fetal weight by ultrasound. The equation developed by Lagos had the lowest percentage of error in the measurements (7.2%), while the equation developed by Weiner had the highest percentage of error in the measurements (18.4%).

CONCLUSIONS: Most of the evaluated formulas (8 / 10) are inaccurate in predicting fetal weight at birth in Mexican population. It is necessary to develop an appropriate equation to estimate fetal weight in our population.

CAPITULO 2

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La estimación del peso fetal por ultrasonido tiene implícito una serie de variables que limitan la exactitud de la prueba.¹²

Las fórmulas reportadas por diferentes autores a nivel mundial no han demostrado mejorar la exactitud para predecir el peso fetal, y se acepta que existen imprecisiones en todas las ecuaciones empleadas en la actualidad¹².

La exactitud en la determinación del peso fetal mediante ultrasonido es de suma importancia para la toma de decisiones clínicas y para el manejo de complicaciones fetales como la restricción del crecimiento intrauterino y la macrosomía, más aún en periodos críticos para la toma de decisiones (gestaciones menores a 34 semanas de gestación), en el que el peso fetal permite evaluar la probabilidad de supervivencia y de esta manera determinar si es conveniente prolongar el embarazo con un manejo conservador o indicar un parto³². En embarazos a término la estimación del peso fetal se considera una herramienta útil por cuanto permite discriminar a: 1. los fetos macrosómicos evitando muertes intraparto o lesiones asociadas a la vía del nacimiento³³ y, 2. los fetos con restricción del crecimiento intrauterino (RCIU).

Existen más de 35 ecuaciones que han buscado un mismo objetivo: mejorar la exactitud para estimar el peso fetal por ultrasonido bidimensional. El rendimiento de todas estas fórmulas no ha sido evaluado en población mexicana, por lo que consideramos que este estudio nos permitirá, en una segunda fase la construcción de una ecuación capaz de predecir con mayor exactitud el peso fetal mediante ultrasonido bidimensional sería de gran ayuda para el óptimo control prenatal y adecuada resolución del embarazo.

Consideramos, que es necesario realizar un análisis del rendimiento que tienen estas fórmulas cuando se aplican a la población mexicana.

CAPITULO 3

ANTECEDENTES

El Peso fetal estimado (PFE) por ultrasonografía convencional (US-2D) es considerado como la piedra angular en la evaluación del crecimiento fetal y ha permitido determinar el patrón de crecimiento para una población y diagnosticar sus alteraciones como son la restricción del crecimiento fetal y la macrosomía.

La falta de exactitud en la estimación del peso fetal por métodos ultrasonográficos ha sido ampliamente reconocida ^{4, 12,36}. La importancia de la correcta determinación del PFE, es la influencia directa que tiene en la toma de decisiones clínicas. El ultrasonido es considerado como el mejor método de evaluación prenatal de parámetros biométricos fetales y por ende se han intentado validar métodos basados en ultrasonido que nos determinen con exactitud el PFE. No obstante, existen también variables que pueden condicionar el resultado del PFE, algunas de ellas fuera de nuestro control como la obesidad materna, la localización placentaria, oligoamnios o cualquier situación que pudiera interferir en la adquisición de los parámetros biométricos fetales necesarios para calcular el PFE. Una variable adicional en la determinación del PFE es la selección de una fórmula o ecuación para definir el peso fetal, ecuaciones que han sido validadas en su población de origen y que deberían ser validadas cuando se pretenda evaluar el PFE en poblaciones diferentes.

DINÁMICA DEL CRECIMIENTO FETAL

Definición de crecimiento: Proceso mediante el cual se aumenta la masa de un ser vivo gracias al incremento del número (hiperplasia) y del tamaño (hipertrofia) de sus células y de su matriz intercelular^{1,3}.

El embarazo es un proceso biológico que se desarrolla habitualmente de una manera extraordinaria, la forma en que un cigoto de 130µm y un peso de 10µg multiplica en el curso de la gestación su longitud 4000 veces y su peso 200 millones de veces es realmente un prodigio biológico¹.

El crecimiento fetal tiene lugar gracias a tres mecanismos simultáneos:

1. **Crecimiento de la masa celular:** incremento en el número de células, tamaño celular y de la matriz intercelular.
2. **Síntesis proteica celular.**
3. **Diferenciación celular.**

Patrón del crecimiento fetal: Existe consenso en considerar que el peso fetal constituye el indicador más sensible de la nutrición y crecimiento fetales, ya que ante un medio intrauterino adverso, el peso fetal se afecta en forma más temprana en relación a los demás parámetros.

A pesar de las dificultades que implican el calcular cuánto crece un feto, se han descrito 4 zonas o fases de crecimiento, cada una de las cuales presenta una tasa de incremento en el peso distinta¹:

1. **Zona de crecimiento lento:** Periodo que dura aproximadamente hasta la semana 16 de gestación y la tasa de crecimiento es de 16g/semana o menos.
2. **Zona de crecimiento acelerado:** Desde la semana 16 hasta la semana 26-27. La tasa de crecimiento alcanza los 85g/semana.
3. **Zona de máximo crecimiento:** Comienza alrededor de la semana 28 y termina a mediados de la semana 38. Tasa de crecimiento del orden de 200g/semana.
4. **Zona de desaceleración del crecimiento:** Se inicia a partir de las 37-38 semanas de gestación. Tasa de crecimiento 70g/semana. Después de la semana 42 el crecimiento fetal es mínimo.

El periodo más importante para el crecimiento durante la vida fetal se inicia alrededor de las 28 semanas de gestación, en el momento de máxima pendiente de la curva de crecimiento (200 g/semana), esto hace que por ejemplo en la amenaza de parto prematuro, el pronóstico mejore si se consigue ganar tiempo con el tratamiento instaurado.

Como conclusión, el crecimiento fetal se puede clasificar en dos etapas divididas en cuatro fases. La *primer etapa* (que comprende las zonas 1 y 2) en la que el crecimiento es exponencial junto a la diferenciación de órganos y sistemas y la *segunda etapa* que llega hasta el nacimiento y que comprende las zonas 2 y 3, el crecimiento es lineal y fundamentalmente madurativo^{1, 3}.

Potencial de crecimiento: La velocidad del crecimiento fetal está gobernada primordialmente por un *potencial intrínseco* de naturaleza básicamente genética. Superpuestos a este control genético y modificando considerablemente su influencia existen otros dos reguladores del crecimiento intrauterino: el regulador hormonal (de naturaleza fetal y estimulante) y el regulador ambiental (materno y generalmente restrictivo) esta regulación bajo circunstancias normales, conducirá a un recién nacido saludable y con un peso adecuado^{1, 2, 5}.

La curva de crecimiento fetal a lo largo de la gestación y, en definitiva, el peso en el nacimiento, resultan de una interacción de factores restrictivos y estimulantes sobre el genotipo fetal. Existen además otros factores denominados *extrínsecos* que influyen directamente en el crecimiento fetal, como son: la población de donde provienen, la raza, la paridad, la etnia, la altura y el peso materno. Se ha sugerido el uso de medidas personalizadas para cada población con el propósito de reducir el error en la estimación del peso generado por estos factores, incluso algunos autores⁶ sugieren que para disminuir la tasa de falsos positivos en el diagnóstico de restricción en el crecimiento intrauterino (RCIU) o macrosomía es necesario contemplar todos estos factores⁶.

El peso al nacer varía de una población a otra debido a factores como el medio ambiente, y componentes intrínsecos y extrínsecos fetales. Es importante como se ha mencionado establecer valores estandarizados para cada población tomando en cuenta los factores citados al momento de calcular el peso fetal.

ESTIMACIÓN DEL PESO FETAL POR ULTRASONIDO

El examen ultrasonográfico obstétrico se ha integrado progresivamente al control prenatal como prueba de tamizaje y como prueba diagnóstica. La primera aplicación clínica del ultrasonido en obstetricia fue la datación de la gestación. Hoy en día la evaluación del crecimiento fetal mediante ultrasonido bidimensional es de suma importancia ya que permite conocer el patrón de crecimiento individual y determinar la presencia de alteraciones en dicho patrón (restricción del crecimiento y macrosomía fetal).

Hay autores^{5,7,8} que han puesto en duda la utilidad clínica de las mediciones ultrasonográficas para el cálculo del PFE y han concluido que esta herramienta tiene la misma exactitud para predecir el peso que la clínica (ya sea factores sociodemográficos⁷ o la simple altura del fondo uterino⁸). Incluso hay autores que han utilizado medidas ultrasonográficas no estandarizadas como lo son el tejido subcutáneo fetal, la medida mejilla-mejilla, u otras no ultrasonográficas como las características de los padres, el sexo fetal, la edad gestacional y el fondo uterino, para mejorar la exactitud en la predicción del PFE. No obstante, ninguno de estos métodos ha demostrado ser superior a los parámetros biométricos fetales obtenidos por ultrasonido bidimensional⁵.

La introducción de la ultrasonografía de tercera dimensión (US-3D) condujo a algunos autores a proponer nuevas fórmulas que incorporaban datos volumétricos de las extremidades fetales. Se ha concluido que la aplicación de estas técnicas está generalmente limitado por el tiempo excesivo que se requiere para hacer las mediciones volumétricas (rastreo y procesamiento de los datos) y en particular por la dificultad para acceder a un ultrasonido que cuente con esta tecnología por lo que es preferible el ultrasonido bidimensional.^{9,10,11}

Las mediciones estandarizadas de la biometría fetal como el diámetro biparietal (DBP), la circunferencia cefálica (CC), la circunferencia abdominal (CA) y la longitud femoral (LF) que se utilizan en el ultrasonido bidimensional, son consideradas como el mejor método para calcular el peso fetal⁵, habiéndose construido una amplia variedad de fórmulas que utilizan combinaciones de estas mediciones con el objetivo de definir la ecuación que calcule con mayor exactitud el peso fetal.

Las revisiones actuales sugieren que la exactitud para predecir el PFE en base a las fórmulas existentes se puede calcular mediante el *porcentaje de error estimado (%E)* y este varía entre el +/-10-15%, con una mayor variación en la exactitud en los extremos de los pesos fetales¹² (1000-4000grs^{4,5}).

Podemos calcular el porcentaje de error estimado mediante la fórmula: $\%E = \frac{[\text{Peso al Nacimiento (PN)} - \text{Peso Fetal Estimado x Ultrasonido bidimensional (PFE)}]}{\text{PFE}} \times 100$ ^{4,12}. Para disminuir la variación se propuso que el denominador sea el peso fetal estimado por US, ya que es un factor que conocemos antes del parto y que influye directamente en la toma de nuestras decisiones^{4,12,26}.

Otras medidas utilizadas para predecir la exactitud de cualquier fórmula son: el error absoluto (expresado en gramos⁹, calculado mediante la resta del PN al PFE), la media del porcentaje del error estimado, y el porcentaje de pesos al nacimiento que fueron correctamente estimados dentro del 10-15% de error, que generalmente varía entre el 60-70%^{4,9,12}, siendo este último el que más se utiliza.

Con el apoyo del USG y mediante la construcción de ecuaciones de regresión ha sido posible construir gráficas de peso fetal según semanas de gestación¹³. Para construir las fórmulas es necesario tener medidas estandarizadas de la biometría fetal (DBP, CC, CA y LF).

En un principio se utilizaron ecuaciones con una sola variable (ya sea DBP, CA ó LF) pero se observó que el error en la estimación era mayor cuando las comparaban con ecuaciones que utilizaban de tres a cuatro de estas mediciones^{4,12}, por lo que se considera preferible utilizar fórmulas con 3 o 4 variables.

El estudio de Campbell y Wilkins¹⁴ en 1975 fue el primer trabajo que se propuso construir y validar una fórmula para estimar el peso fetal mediante ultrasonido bidimensional, recolectando el valor de la CA en 140 fetos entre las 21 y 40 semanas de gestación, en las 48 horas previas al parto. Mediante ecuaciones de regresión múltiple y mediante un programa computacional se logró la ecuación: $(\log_e) \text{ peso al nacimiento} = -4.564 + 0.0282 * CA - 0.00331 * (CA^2)$. El resultado para fetos cuyo peso era de 1kg fue de un error estimado de 160gr en promedio, para pesos de 2kg un error de 290gr, a los de 3kg de 450gr y para fetos con peso de 4 kg un error en promedio de 590grs. El autor concluye que la exactitud de las estimaciones varía según el tamaño del feto.

En 1977 Warsof¹⁵, lleva a cabo otro estudio con el objetivo de estimar el peso fetal, a 85 embarazadas de las 17-41sdg les realizó ultrasonido bidimensional dentro de las 48hrs previas al parto, mediante análisis multivariado con una regresión lineal, concluyó que al utilizar dos medidas (CA y DBP) existe un error estimado promedio de 106gr, además que el peso fetal está mejor expresado como una función logarítmica de la biometría fetal, la ecuación construida fue: $\log^{10} (PFE) = -1.599 + 0.144 (DBP) + 0.032 (CA) - 0.111 (DBP^2 \times CA)/1000$ también realizó tablas para facilitar el cálculo del peso fetal anteparto con el solo conocimiento de la CA, el DPB y las semanas de gestación¹⁵.

Campbell y Warsof^{14, 15} fueron los primeros en realizar un análisis estadístico y modelos matemáticos para la construcción y validación de sus ecuaciones para el cálculo del peso fetal, Muchas fórmulas siguieron a estos trabajos pioneros, utilizando diferentes combinaciones de la biometría fetal.

Algunas de las más utilizadas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Ecuaciones utilizadas a nivel mundial para la estimación del peso fetal por ultrasonido bidimensional

| AUTOR | AÑO | ECUACIÓN |
|------------------------------|------|--|
| Campbell ¹⁴ | 1975 | $\text{Ln PFE} = -4.564 + (0.0282 \times \text{AC}) - (0.00331 \times \text{CA}^2)$ |
| Warsof ¹⁵ | 1977 | $\log^{10} (\text{PFE}) = -1.599 + 0.144 (\text{DBP}) + 0.032 (\text{CA}) - 0.111 (\text{DBP}^2 \times \text{CA}) / 1000$ |
| Shepard y cols ¹⁶ | 1982 | $\text{Log}^{10} \text{PFE} = -1.7492 + (0.0166 \times \text{DBP}) + (0.0046 \times \text{CA}) - 0.00002646 \times \text{CA} \times \text{DBP}$ |
| Hadlock 1 ¹⁷ | 1984 | $\text{Log}^{10} \text{PFE} = 1.5662 - (0.0108 \times \text{CC}) + (0.0468 \times \text{CA}) + (0.171 \times \text{LF}) + (0.00034 \times \text{CC}^2) - (0.003685 \times \text{CA} \times \text{LF})$ |
| Hadlock 2 ¹⁷ | 1984 | $\text{Log}^{10} \text{PFE} = 1.326 - 0.0000326 \times \text{CA} \times \text{LF} + 0.00107 \times \text{CC} + 0.00438 \times \text{CA} + 0.0158 \times \text{LF}$ |
| Hadlock 3 ¹⁸ | 1985 | $\text{Log}^{10} \text{PFE} = 1.3596 - 0.00386 \times \text{CA} \times \text{LF} + 0.0064 \times \text{CC} + 0.00061 \times \text{DBP} \times \text{CA} + 0.0424 \times \text{CA} + 0.174 \times \text{LF}$ |
| Hadlock 4 ¹⁷ | 1984 | $\text{Log}^{10} \text{PFE} = 1.5662 - 0.0108 \times \text{CC} + 0.0468 \times \text{CA} + 0.171 \times \text{LF} + 0.00034 \times \text{CC}^2 - 0.003685 \times \text{CA} \times \text{LF}$ |
| Woo ²¹ | 1985 | $\text{EBW} = 1.4 \times \text{DBP} \times \text{CA} \times \text{LF} - 200$ |
| Warsof ¹⁹ | 1986 | $\text{Ln PFE} = 2.792 + (0.108 \times \text{LF}) + (0.000036 \times \text{CA}^2) - (0.000027 \times \text{LF} \times \text{CA})$ |
| Rose ²² | 1987 | $\text{Ln PFE} = 0.143 \times (\text{BPD} + \text{ADT} + \text{FL}) + 4.198$ |
| Aoki ²⁷ | 1990 | $\text{PFE} = 1.25647 \times \text{DBP}^2 + 3.50665 \times \text{CA}^2 \times \text{LF} + 6.3$ |
| Dudley ²³ | 1990 | $\text{EFW} = 4.1 \times \text{LF} \times \text{CA}^2 + 0.86 \times \text{LF} \times \text{CC}^2$ |
| Weiner ⁴ | 1985 | $\text{Log}^{10} \text{PFE} = 1.6575 + (0.04035 \times \text{CC}) + (0.01286 \times \text{CA})$ |
| Combs ²⁰ | 1993 | $\text{PFE} = 0.00023718 \times \text{CA}^2 \times \text{LF} + 0.00003312 \times \text{HC}^3$ |
| Ferrero ²⁴ | 1994 | $\text{Log}^{10} \text{PFE} = 0.77125 + 0.13244 \times \text{AC} - 0.12996 \times \text{FL} - 1.73588 \times \text{AC}^2 / 1,000 + 3.09212 \times \text{FL} \times \text{AC} / 1,000 + 2.18984 \times \text{FL} / \text{AC}$ |
| Lagos ¹³ | 2001 | $\text{Log}^{10} \text{PFE} = 1.8395318 + (0.00140201 \times \text{CA}) + (0.00074982 \times \text{CC}) + (0.00919704 \times \text{LF}) + (0.00333183 \times \text{DBP})$ |

A continuación se detallan los trabajos que hacen un análisis del rendimiento de las fórmulas empleadas en la actualidad para el cálculo del peso fetal mediante ultrasonido bidimensional.

En el 2000 Patrick y colaboradores llevaron a cabo un estudio retrospectivo²⁶, el cual incluyó 50 mujeres embarazadas de bajo riesgo, de 37 semanas de gestación en promedio, a quienes mediante ultrasonido bidimensional se les midió el DBP, CC, CA y LF dentro de los 7 días previos al parto, las mediciones las realizó un solo examinador. El peso fetal se calculó con las fórmulas de Aoki²⁷, Campbell/Wilkins¹⁴, Shepard¹⁶ y Hadlock¹⁷, se hizo un ajuste de peso de 25gr por día entre la realización del ultrasonido y el nacimiento.

El análisis estadístico lo realizaron con Bland y Altman y mediante el coeficiente de correlación intraclase para determinar la concordancia entre el peso estimado por ultrasonido comparado con el del nacimiento, se utilizó la media del error absoluto en gramos para determinar la exactitud de cada fórmula. Los resultados fueron que las cuatro fórmulas tienden a infraestimar el peso fetal, ya que la media ajustada del PFE fue menor que la media del peso al nacimiento, las fórmulas de Shepard¹⁶ y Aoki²⁷ fueron las que mejor predicen el peso (media del error de 51.4gr y 60.5gr respectivamente), la de Aoki tuvo un coeficiente de correlación intraclase de 0.9.

Concluyendo que las fórmulas que utilizan 3 o más medidas de la biometría fetal (DBP, AC y LF) son preferibles a aquellas que utilizan un número menor de mediciones. Lo rescatable de este trabajo es el análisis estadístico empleado y que un solo examinador llevó a cabo las mediciones, pero el hecho de utilizar un ajuste del peso fetal, el emplear solo 4 fórmulas para su análisis, la muestra tan pequeña, y en particular la edad gestacional de las pacientes, le restan fuerza, ya que los resultados del estudio solo pueden transpolarse a poblaciones similares a las utilizadas en el mismo. Por ejemplo el peso al nacimiento varió entre 2080-4430gr por lo que generalizar los resultados a neonatos fuera de este rango se deben tomar con precaución.

Nahum y cols²⁸ en el 2003, realizaron un estudio también retrospectivo con el objetivo de evaluar el rendimiento de 25 ecuaciones utilizadas comúnmente para el cálculo del peso mediante ultrasonido bidimensional, se incluyeron 82 pacientes embarazadas de alto y bajo riesgo, de las 35-41 semanas de gestación, y a quienes se les realizó ultrasonido bidimensional 3 semanas previas al parto que incluyera BPD,CC,CA y LF, se llevó a cabo un ajuste del peso fetal estimado, sumándole 12.4gr en fetos femeninos y 13gr en masculinos, por cada día que pasó entre la realización del USG y el nacimiento, también se realizó un ajuste de el peso fetal en pacientes de raza blanca restándole 161gr al peso fetal estimado si tenía esta característica, a aquellas pacientes con hipertensión crónica se les restó 291gr, a quienes se les diagnosticó preeclampsia se les restó 105gr y a las fumadoras 17gr. Las ecuaciones ultrasonográficas fueron divididas en 7 grupos de acuerdo a los parámetros de la biometría que midieron (5 ecuaciones que evalúan el peso fetal solo con la CA, 1 ecuación con LF, 3 ecuaciones que utilizan la CA y la LF, 7 fórmulas que utilizan BDP y CA, 4 ecuaciones con DBP, CA, LF, 3 más que utilizan CC, CA, LF y 2 que utilizan BPD,CC,CA, LF). La fórmula de Warsof (que utiliza solo la LF como variable) mostró ser inferior a las otras 24 ecuaciones en predecir el peso al nacimiento, no hubo diferencias significativas en el resto de las fórmulas al compararlas entre sí, ya que en cualquier categoría de análisis, la media del error absoluto, la media del porcentaje de error y el porcentaje de peso al nacimiento que fue estimado correctamente entre el 10-15% fue similar en todos los grupos. También concluyeron que el mejor predictor individual del peso fetal al nacimiento fue la CA en fetos a término.

A pesar de la gran cantidad de fórmulas empleadas en este trabajo y de un análisis estadístico adecuado, ha sido criticado desde diferentes puntos de vista, como el haber realizado demasiados ajustes del peso fetal, falta de información sobre la calidad y experiencia del examinador y por un tamaño de la muestra muy pequeño.

Dudley llevó a cabo una revisión sistemática²⁹, con el objetivo de encontrar los principales factores que influyen en la predicción del peso fetal mediante ultrasonido bidimensional. Evaluó 15 estudios concluyendo que no existe una ecuación óptima para el cálculo del peso fetal, influyendo directamente en el porcentaje de error estimado los métodos de medición y la variabilidad del observador, recomendando que es necesario un entrenamiento adecuado para la toma de las mediciones, además de que se requiere un trabajo continuo para mejorar la validez y precisión universal de las fórmulas para el peso fetal, una de las críticas más serias que ha tenido este trabajo fueron las deficiencias metodológicas al realizar la búsqueda de información y que la revisión sistemática fue realizada por un solo investigador.

En el mismo año, Mirghani y cols³⁰, mediante un estudio transversal, evaluaron el comportamiento de 8 fórmulas ecográficas para predecir el peso fetal, el objetivo era determinar cual fórmula tiene mayor exactitud. Incluyeron un total de 173 mujeres con embarazo único, de término, programadas para resolución del embarazo, solo aquellas que tenían ultrasonido completo 4 días previos a la resolución tomaron parte en el análisis, se evaluaron diferentes etnias (30.6% hindúes, 25.4% africanas, 19.1% árabes y 24.9% de otros grupos étnicos), la exactitud de cada fórmula en predecir el Peso fetal se determinó por el cálculo de la correlación con el PN, la media del error absoluto y el porcentaje de pesos al nacimiento que fueron calculados dentro del 10% y 15% del Peso al nacimiento. Los resultados mostraron que las fórmulas de Shepard (CA, BPD), Hadlock (CA) y Warsoff (LF) tienden a infraestimar el peso, y que la de Woo (CA, LF), Hadlock (DBP, CC, CA, LF) y Roberts (DBP, CC, CA, LF) lo tienden a sobreestimar.

La media del error absoluto mínima fue para Hadlock (DBP, CC, CA, LF) estimada en 0.3% y la máxima fue de 37.5% para la ecuación de Warsoff (LF). La ecuación de Hadlock (DBP, CC, CA, LF) tuvo la mejor correlación de 0.77. La fórmula de Shepard (BPD, CA) fue la más precisa en predecir el PFN dentro del 10-15% de error. Las ecuaciones que incluían un solo parámetro de la biometría fetal fueron las menos exactas en predecir el peso (Warsoff, LF). Los autores concluyen que las fórmulas con una sola variable (BPD o LF) tienen poca exactitud para predecir el peso fetal, para cada grupo étnico no hubo diferencias.

Desafortunadamente el artículo no describe el análisis estadístico empleado, ni el número de examinadores, tampoco su experiencia.

Anderson y cols⁴, llevaron a cabo un estudio donde evaluaron el rendimiento de 12 fórmulas para determinar qué factores pudieran influir en la exactitud para estimar el peso fetal mediante ultrasonido bidimensional, los autores incluyeron 280 mujeres con embarazo único de alto y bajo riesgo, y que tuvieran un ultrasonido dentro de los 8 días previos al nacimiento, se calculó la concordancia inter-intraobservador para las mediciones biométricas y mediante el método de Bland Altman se analizó la concordancia entre las ecuaciones, La exactitud cada fórmula se evaluó con la media del porcentaje de error estimado y su desviación estándar. Los autores concluyeron que el error estimado es debido predominantemente a la ecuación utilizada y no a el observador (no se encontró una diferencia importante en la concordancia inter-intraobservador), 7 fórmulas presentaban una media del porcentaje de error del 7% otras hasta el 22%, consideraron que todas las ecuaciones tienen una exactitud no aceptable, y que la fórmula ideal debe tener una media del porcentaje de error estimado menor al 1% y una desviación estándar menor al 5%. Este ensayo tienen un buen análisis estadístico pero las desventajas fueron el tipo de población utilizada (alto y bajo riesgo), el intervalo entre la realización del US y el nacimiento (7 días) y no haber realizado ningún ajuste del peso y el no mencionar la cantidad ni la experiencia de los examinadores que realizaron las mediciones.

Scioscia y cols¹², evaluaron que fórmula predice mejor el peso en los extremos fetales, aunque no fue el objetivo principal, también evaluaron la exactitud y características de 35 fórmulas ultrasonográficas para estimar el peso fetal. El estudio fue transversal, incluyó 444 embarazadas de alto y bajo riesgo, de las 27-41 semanas de gestación, con feto único y sin alteraciones estructurales, y que tuvieran un ultrasonido bidimensional dentro de las 48hrs previas al parto, el ultrasonido fue realizado por 4 obstetras experimentados. La exactitud de todas las fórmulas fue evaluada usando el porcentaje de error estimado, y calculando el porcentaje de pesos al nacimiento que fueron correctamente estimados dentro del 10-15% de error. El porcentaje de predicción de peso al nacimiento con un error del 10% fue un promedio de 69.2% y para el 15% fue del 86.5%. Siete ecuaciones tienden a sobrestimar el peso, pero en general se concluyó que la mayoría de las fórmulas nos dan una aceptable estimación del peso al nacimiento, pero esto depende básicamente del rango de pesos al nacimiento que se estudie, ya que la mayoría de las fórmulas lleva una tendencia a infraestimar el peso de los macrosómicos y a sobreestimar el de los pequeños, las fórmulas de Ferrero²⁴, Hadlock¹⁷ y Warsof¹⁵ nos proveen las mejores predicciones del peso por arriba de los 3500gr.

El punto fuerte de este estudio es la experiencia de los ultrasonografistas, el número grande de la muestra, no se necesitaron ajustes matemáticos para el peso ya que el parto ocurrió dentro de 48hr posteriores al USG y el diseño del estudio que fue prospectivo.

El artículo ha sido criticado³¹, ya que solo incluyó a pacientes de raza blanca lo que podría limitar su generalizabilidad, que solo fue realizado en embarazos únicos y que fueron pocos los pacientes con pesos menores a 2kg, y mayores a 4kg (55), sin embargo el propósito del estudio se cumplió, y solo se recomienda tener precaución al interpretar los resultados cuando el peso del feto está más allá de estos rangos.

Existen más de 35 ecuaciones que han buscado un mismo objetivo: mejorar la exactitud para estimar el peso fetal por ultrasonido bidimensional. El rendimiento de todas estas fórmulas no ha sido evaluado en población mexicana. Identificar o construir una ecuación que sea capaz de predecir de una forma más exacta el peso fetal mediante ultrasonido bidimensional sería de gran ayuda para el óptimo control prenatal y adecuada resolución del embarazo en nuestra población.

CAPITULO 4

OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y JUSTIFICACIÓN

1. a. OBJETIVOS

- Realizar un proceso de estandarización para la toma de fetometría y estimación del peso fetal por ultrasonido bidimensional.
- Calcular la concordancia inter e intraobservador, en la medición de los diferentes parámetros biométricos utilizados para el cálculo del peso fetal mediante ultrasonido bidimensional.
- Calcular el porcentaje de error estimado para cada una de las diferentes fórmulas que estiman el peso fetal por ultrasonido bidimensional.
- Calcular la media del porcentaje de error estimado para cada una de las fórmulas.
- Cuantificar el número de fórmulas cuyo porcentaje de error estimado sea mayor o igual al 10% en más del 10% de las mediciones para predecir el peso al nacimiento en embarazadas de las 34 a las 41 semanas de gestación.
- Comparar las 10 fórmulas y determinar cual tiene menor porcentaje de error en las mediciones.

2. b. HIPÓTESIS

- Las ecuaciones utilizadas para la estimación del peso fetal por ultrasonido bidimensional (*anexo 5*) tienen un error calculado mayor o igual al 10% en más del 10% de las mediciones comparado con el peso fetal al nacimiento en embarazadas mexicanas con nacimientos entre las 34-41 sdg.

3. c. JUSTIFICACIÓN

La evaluación del crecimiento fetal y la estimación del peso fetal mediante ultrasonido son ampliamente utilizadas en nuestro medio ya que sin duda el peso al nacimiento representa el indicador más importante de riesgo para los neonatos y lactantes en cuanto a morbilidad y mortalidad se refiere³⁴.

El patrón de crecimiento fetal varía dependiendo de la población que se estudie, ya que el origen étnico y los componentes del medio ambiente en que se desenvuelve una población pueden afectar los parámetros biométricos fetales y por ende la estimación del peso al nacer.³⁵

Las publicaciones actuales que analizan las diferentes fórmulas para calcular el peso fetal mediante ultrasonido bidimensional tienen deficiencias metodológicas importantes.^{4, 7, 12, 29,30}

Si tomamos en cuenta que:

- a) La OMS recomienda que cada población tenga sus propios parámetros de referencia y en México no los tenemos.
- b) La mayoría de las fórmulas que se utilizan para predecir el peso fetal mediante ultrasonido están basadas en mediciones hechas en mujeres caucásicas y que las pocas publicaciones en poblaciones similares a la nuestra demuestran considerables diferencias respecto al peso neonatal observado, (error de estimación mayor al 10% en casi el 40% de los pesos calculados por USG)^{13,36}.

Por lo anterior, consideramos necesario llevar a cabo un protocolo de investigación que nos permita determinar el error en la estimación del PFE de 10 fórmulas utilizadas mundialmente y realizar un análisis y comparación para evaluar el rendimiento que tienen estas fórmulas cuando se utilizan en la población mexicana con el beneficio que implica tener una mejor estimación del peso, aplicabilidad a nuestra población y mejores opciones de manejo obstétrico en base a el resultado del peso

CAPITULO 5

DISEÑO METODOLÓGICO

1. a. CRITERIOS DE SELECCIÓN

I. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- i.** Edad gestacional de 34 a 41 semanas de gestación en base a ultrasonido temprano (primer trimestre) o fecha de última menstruación segura y confiable.
- ii.** Paciente con embarazo único, vivo, con feto sano y con ultrasonido bidimensional dentro de las primeras 72 horas previas al parto.
- iii.** Pacientes que ingresen al Instituto para resolución del embarazo ya sea por inducción del trabajo de parto o mediante realización de cesárea en forma electiva.

II. CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN.

- i.** Pacientes en quienes la resolución del embarazo sea posterior a 72 horas de la realización de USG para cálculo del PFE.
- ii.** Pacientes que no acepten participar en el estudio.
- iii.** Embarazos complicados con enfermedades fetales o maternas que alteren el crecimiento fetal normal (vgr. diabetes pregestacional, HTA, preeclampsia, RCIU, cromosomopatías, collagenopatías, alteraciones estructurales fetales).
- iv.** Pacientes a quienes no se logre medir la fetometría en forma satisfactoria.
- v.** Pacientes que tengan su parto en otra institución.

5. b. TAMAÑO DE LA MUESTRA

No existe un parámetro previo en el cual basarnos para el cálculo del tamaño de muestra, por lo cual nos apegamos a la política establecida por la OMS para la construcción de valores de referencia.

5. c. UNIVERSO DE ESTUDIO

Pacientes embarazadas que acudan para su atención al INPer.

5. d. POBLACIÓN ACCESIBLE

Pacientes embarazadas que acudan al departamento de medicina materno fetal del INPer a ultrasonido.

5. e. VARIABLES DE ESTUDIO.

1. PESO FETAL ESTIMADO:

Definición conceptual: Cálculo del peso fetal antes del nacimiento, obtenido por ecuaciones que incluyen las mediciones ya sea del DBP, CC y/o CA y/o LF.

Definición operacional: Cálculo del peso fetal antes del nacimiento, obtenido por cada una de las ecuaciones que incluyen las mediciones ya sea del DBP, CC y/o CA y/o LF obtenidas por ultrasonido (*anexo 5*).

Tipo de variable: Cuantitativa continua.

Escala de medición: gramos.

2. PESO AL NACIMIENTO:

Definición conceptual: Peso al nacer medido en gramos.

Definición operacional: Peso al nacer evaluado en la primera hora de vida.

Tipo de variable: cuantitativa continua.

Escala de medición: gramos.

3. PORCENTAJE DE ERROR ESTIMADO O CALCULADO:

Definición conceptual: Porcentaje que sirve para evaluar la precisión en la estimación del peso fetal mediante US-2D con respecto al peso al nacimiento.

Definición operacional: Es el porcentaje de error que existe al estimar un peso mediante US-2D (PFE) y comparándolo con el peso al nacimiento (PN), se obtiene con la siguiente fórmula $%E = \frac{PN - PFE}{PFE} \times 100^{4, 12}$.

Tipo de variable: cuantitativa discreta.

Escala de medición: porcentaje.

5. f. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Previo al inicio del estudio se llevará a cabo una estandarización en la medición de los parámetros biométricos fetales por parte de un residente y un médico adjunto del servicio de Medicina Materno Fetal, al cabo del cual se calculará el coeficiente de correlación intraclase y se determinará la variabilidad inter-intraobservador (*anexo 6*). Posteriormente a las pacientes que cumplan con los criterios de inclusión, se les propondrá ingresar a nuestro estudio, se les entregará una hoja de consentimiento, y en caso de aceptar y firmar el consentimiento informado, se realizará un ultrasonido con equipos General Electric® Voluson 730 Expert y Philips/ATL® HDI5000 con transductores convexos abdominales multifrecuencia, y se determinarán los valores del diámetro biparietal, circunferencia cefálica, circunferencia abdominal y longitud femoral, BP, CC, CA Y LF con la técnica descrita en el *anexo 4*.

Los valores de las mediciones obtenidas, se sustituirán en cada una de las 10 fórmulas propuestas (Hadlock 1, Hadlock 2, Hadlock 3, Hadlock 4, Combs, Shepard, Weiner, Woo, Warsof, Lagos), -*anexo 5, tabla 2-*, para obtener el peso fetal estimado por US 2-D.

Posterior a la resolución del embarazo se tomará el Peso al nacimiento (PN), y se comparará con el estimado por US de cada fórmula. Mediante el método de Bland y Altman se calculará el porcentaje del error estimado para cada ecuación, la media del porcentaje de error estimado y el porcentaje de mediciones de cada fórmula que se encuentre por fuera del 10% de error estimado. Se realizará un análisis comparativo entre las fórmulas.

Tabla 2. Ecuaciones utilizadas en el cálculo del peso fetal y en la predicción del peso al nacer

| AUTOR | AÑO | ECUACIÓN |
|------------------------------|------|---|
| Warsof ¹⁵ | 1977 | $\log^{10}(\text{PFE}) = -1.599 + 0.144(\text{DBP}) + 0.032(\text{CA}) - 0.111(\text{DBP}^2 \times \text{CA})/1000$ |
| Shepard y cols ¹⁶ | 1982 | $\log^{10} \text{PFE} = -1.7492 + (0.0166 \times \text{DBP}) + (0.0046 \times \text{CA}) - 0.00002646 \times \text{CA} \times \text{DBP}$ |
| Hadlock 1 ¹⁷ | 1984 | $\log^{10} \text{PFE} = 1.5662 - (0.0108 \times \text{CC}) + (0.0468 \times \text{CA}) + (0.171 \times \text{LF}) + (0.00034 \times \text{CC}^2) - (0.003685 \times \text{CA} \times \text{LF})$ |
| Hadlock 2 ¹⁷ | 1984 | $\log^{10} \text{PFE} = 1.326 - 0.0000326 \times \text{CA} \times \text{LF} + 0.00107 \times \text{CC} + 0.00438 \times \text{CA} + 0.0158 \times \text{LF}$ |
| Hadlock 3 ¹⁸ | 1985 | $\log^{10} \text{PFE} = 1.3596 - 0.00386 \times \text{CA} \times \text{LF} + 0.0064 \times \text{CC} + 0.00061 \times \text{DBP} \times \text{CA} + 0.0424 \times \text{CA} + 0.174 \times \text{LF}$ |
| Hadlock 4 ¹⁷ | 1984 | $\log^{10} \text{PFE} = 1.5662 - 0.0108 \times \text{CC} + 0.0468 \times \text{CA} + 0.171 \times \text{LF} + 0.00034 \times \text{CC}^2 - 0.003685 \times \text{CA} \times \text{LF}$ |
| Woo ²¹ | 1985 | $\text{EBW} = 1.4 \times \text{DBP} \times \text{CA} \times \text{LF} - 200$ |
| Weiner ⁴ | 1985 | $\log^{10} \text{PFE} = 1.6575 + (0.04035 \times \text{CC}) + (0.01286 \times \text{CA})$ |
| Combs ²⁰ | 1993 | $\text{PFE} = 0.00023718 \times \text{CA}^2 \times \text{LF} + 0.00003312 \times \text{HC}^3$ |
| Lagos ¹³ | 2001 | $\log^{10} \text{PFE} = 1.8395318 + (0.00140201 \times \text{CA}) + (0.00074982 \times \text{CC}) + (0.00919704 \times \text{LF}) + (0.00333183 \times \text{DBP})$ |

5. g. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el proceso de estandarización de las mediciones de los parámetros biométricos fetales se empleó el programa estadístico SPSS versión 15 para determinar el análisis de concordancia inter e intraobservador, entre dos operadores, mediante el coeficiente de correlación intraclase. La determinación de la exactitud en cada fórmula para la predicción del peso fetal, se basó en el cálculo del porcentaje de error estimado mediante la fórmula descrita previamente ($PN - PFE/PFE \times 100$) para cada una de las fórmulas, lo cual evalúa la concordancia entre dos medidas (en este caso el PFE y el PFN).

La concordancia entre el PN y el PFE se evaluó con el método de correlación descrito por Bland & Altman mediante el cual se determina la media del porcentaje de error para cada fórmula (error sistemático) y la desviación estándar (error aleatorio). Este tipo de análisis permite evaluar el comportamiento de cada fórmula y determinar el número de mediciones que se encuentren por fuera del 10% de error estimado. Los límites de concordancia fueron definidos en el percentil 5 y 95 (percentil = error sistemático $\pm (1.65 \times \text{error aleatorio})$).

Una vez obtenidos los límites de concordancia que representan el 10% de error estimado, se contaron las mediciones que quedaron por fuera de los límites de concordancia y se calculó la representación del porcentaje respecto al total de mediciones.

CAPITULO 6

RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

6. a. RESULTADOS

1. a.1. PROCESO DE ESTANDARIZACIÓN

La estandarización en la adquisición de los parámetros biométricos fetales se realizó en 10 pacientes en quienes se logró el 100% de las mediciones por parte de los dos operadores (ver anexo 6), obteniendo, los siguientes resultados:

Tabla 3. Coeficiente de correlación intraclase (CCI)

| Variable | CCI Interobservador (IC 95%) | CCI Intraobservador (IC 95%) |
|----------|------------------------------|------------------------------|
| BPD | 0.935 (0.856-0.981) | 0.982 (0.950-0.995) |
| CC | 0.834 (0.668-0.947) | 0.911 (0.771-0.975) |
| CA | 0.833 (0.659-0.959) | 0.859 (0.659-0.959) |
| LA | 0.937 (0.772-0.975) | 0.937 (0.772-0.975) |

Intervalo de confianza 95% (IC 95%)

6. a.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO

De junio del 2008 a junio del 2009 se realizaron 382 evaluaciones ultrasonográficas por personal calificado adscrito al departamento de Medicina Materno Fetal, de las cuales solo 250 pacientes cumplieron con los criterios de inclusión del estudio. Las características demográficas de estas pacientes se presentan en la *tabla 4*.

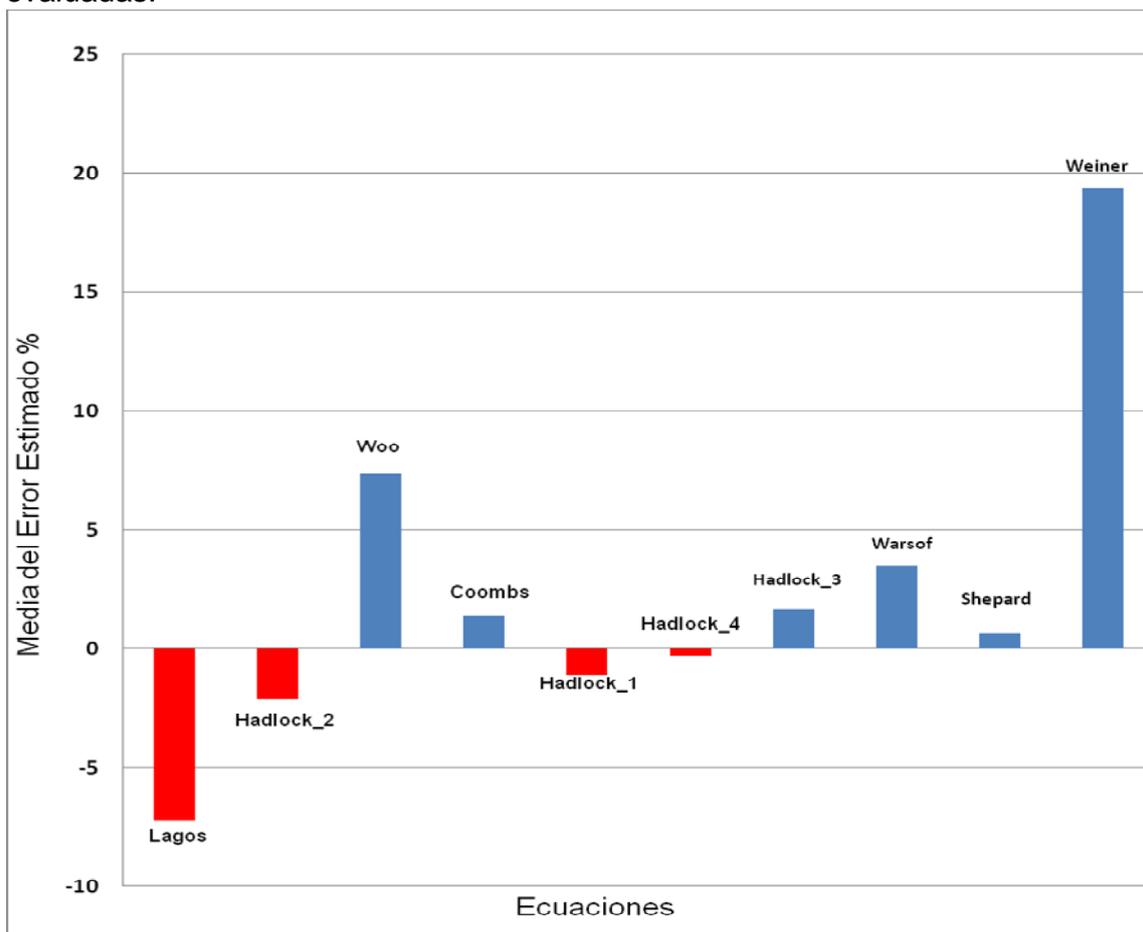
Tabla 4. Características demográficas

| Variable | Media | Rango |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|
| Edad materna | 29.5 +/- 7.3 años | 14 – 44 años |
| Edad gestacional | 38.2 +/- 1.2 sdg | 34.1 – 41.5 sdg |
| Peso al nacimiento | 3123 +/- 413 grs | 1685 – 4660 grs |
| Intervalo entre US y nacimiento | 30.5 +/- 14 hrs | 12 – 72 hrs |

Las fórmulas de Hadlock 1, Hadlock 2 y 4(CC, CA, LF) así como la fórmula desarrollada por Lagos (BPD, CC, CA, LF) tienden a sobreestimar el peso fetal (valores negativos) mientras que las restantes 6 fórmulas tienden a infraestimarlos (valores positivos). La media del porcentaje de error estimado tuvo una variación desde un mínimo de -0.3% para la ecuación de Hadlock 4, hasta un máximo de 19.4% para la ecuación de Weiner. La media del porcentaje de error se representa en la *Gráfica 1*.

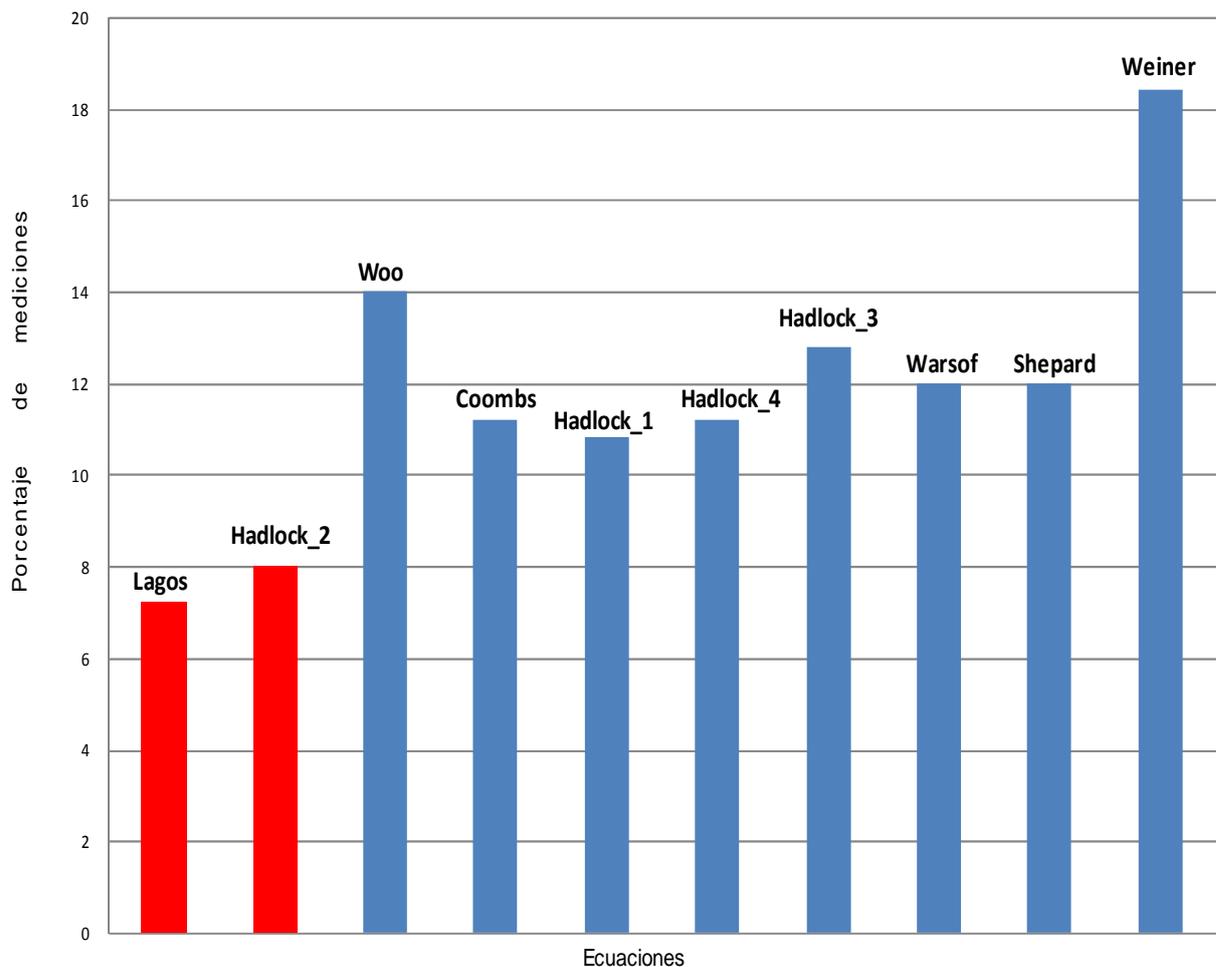
La *tabla 5* resume el resultado de las 10 fórmulas tanto para la media del porcentaje de error estimado, el número total de mediciones que están fuera del 10% de error y su respectivo porcentaje.

Gráfica 1. Media del error estimado expresado en porcentaje en 10 ecuaciones evaluadas.



La *gráfica 2* muestra el porcentaje de mediciones que están por fuera de $\pm 10\%$ de error. Los datos de la media del porcentaje de error y los percentiles 5 y 95, se resumen en la *tabla 5*.

Gráfica 2. Porcentaje de mediciones dentro del rango de $\pm 10\%$ de error estimado

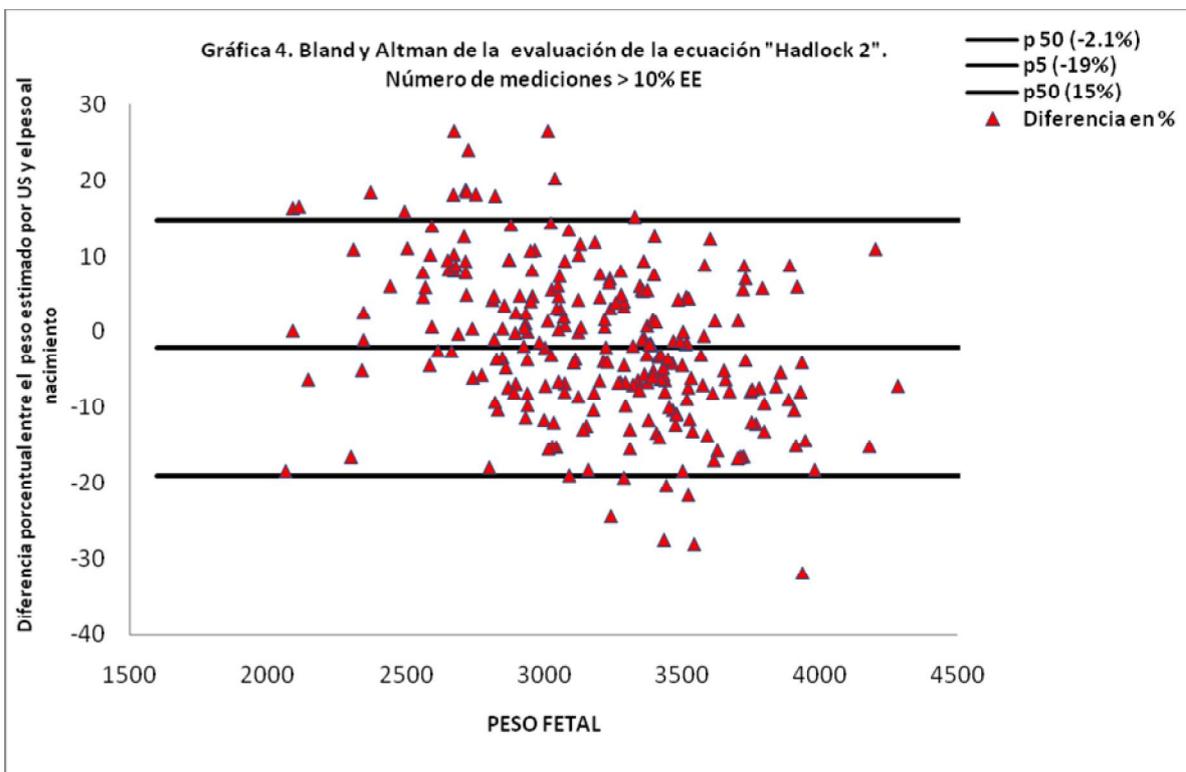
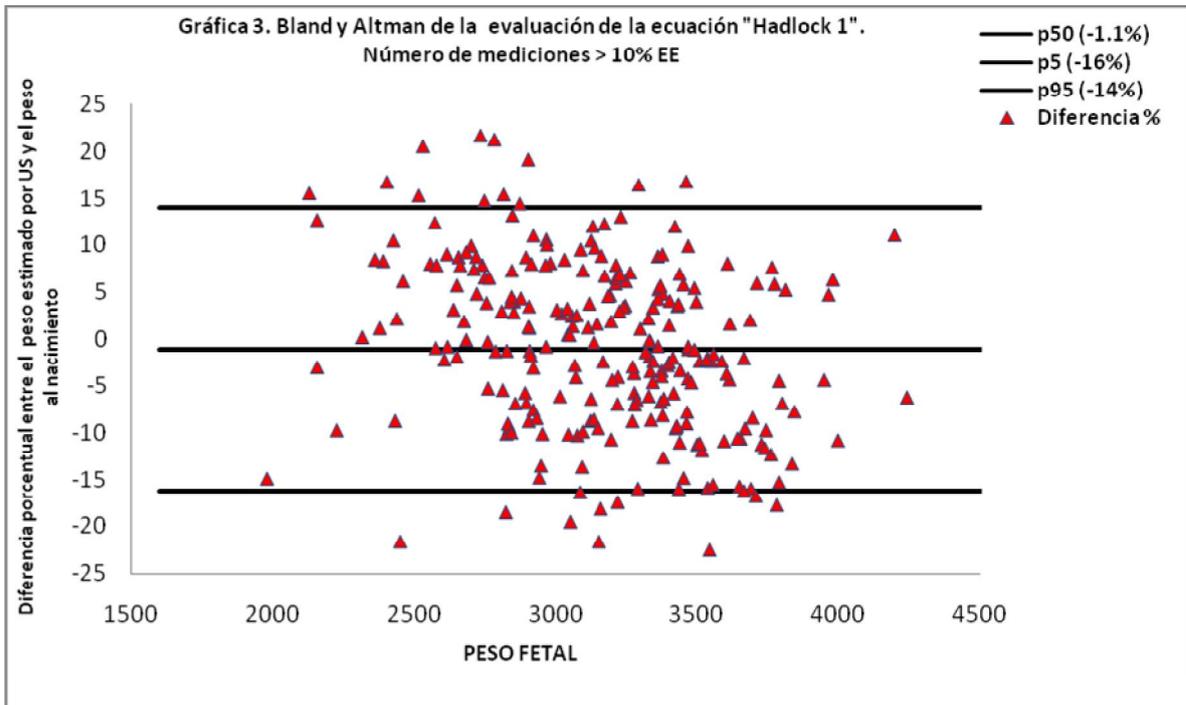


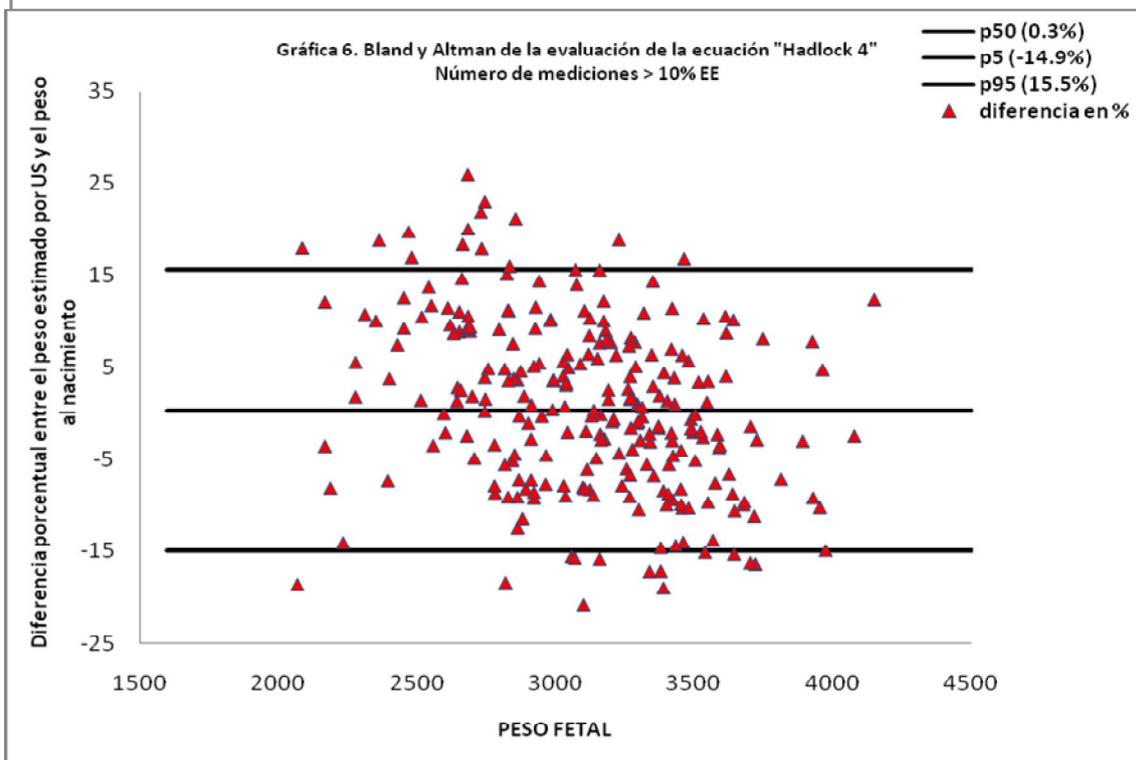
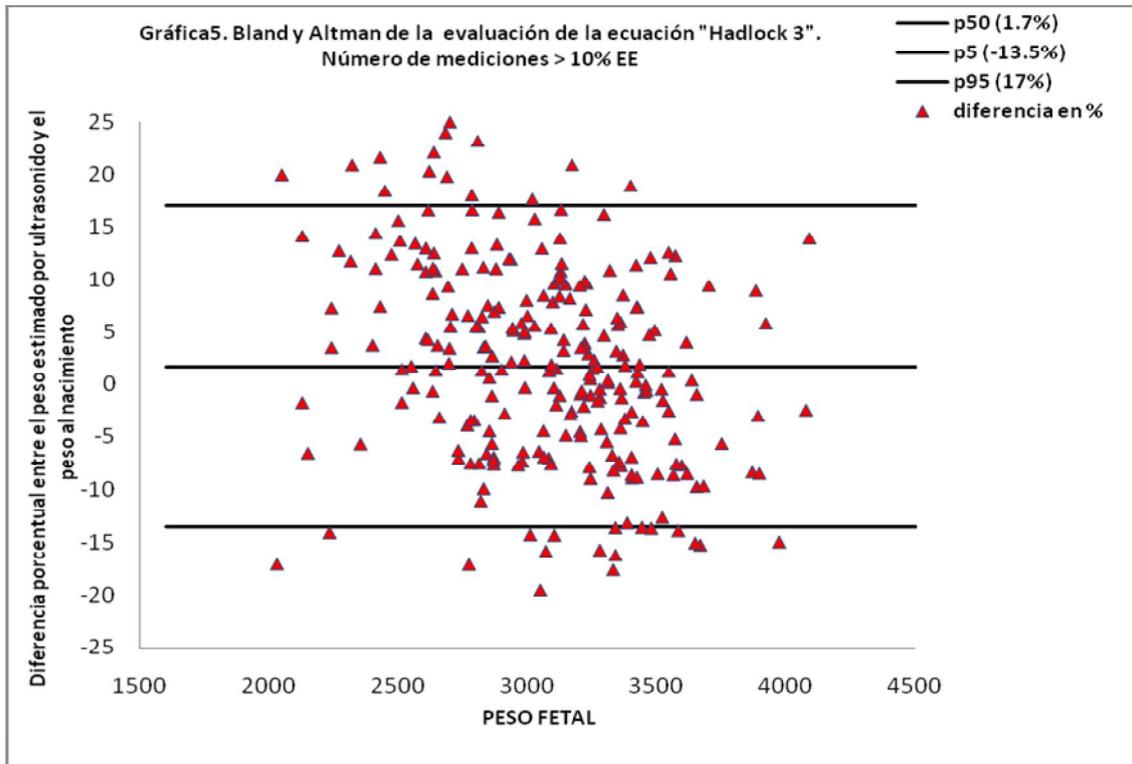
La estimación del peso fetal en nuestra población de acuerdo a la fórmula desarrollada por Lagos presentó 7.2% de las mediciones por fuera del 10% de error mientras que la estimación del peso mediante la fórmula de Hadlock 2 tuvo un 8% de las mediciones por fuera del rango del 10% de error. Por el contrario, el desempeño de la fórmula desarrollada por Weiner en nuestra población tuvo el porcentaje de error más alto con un 18.4%.

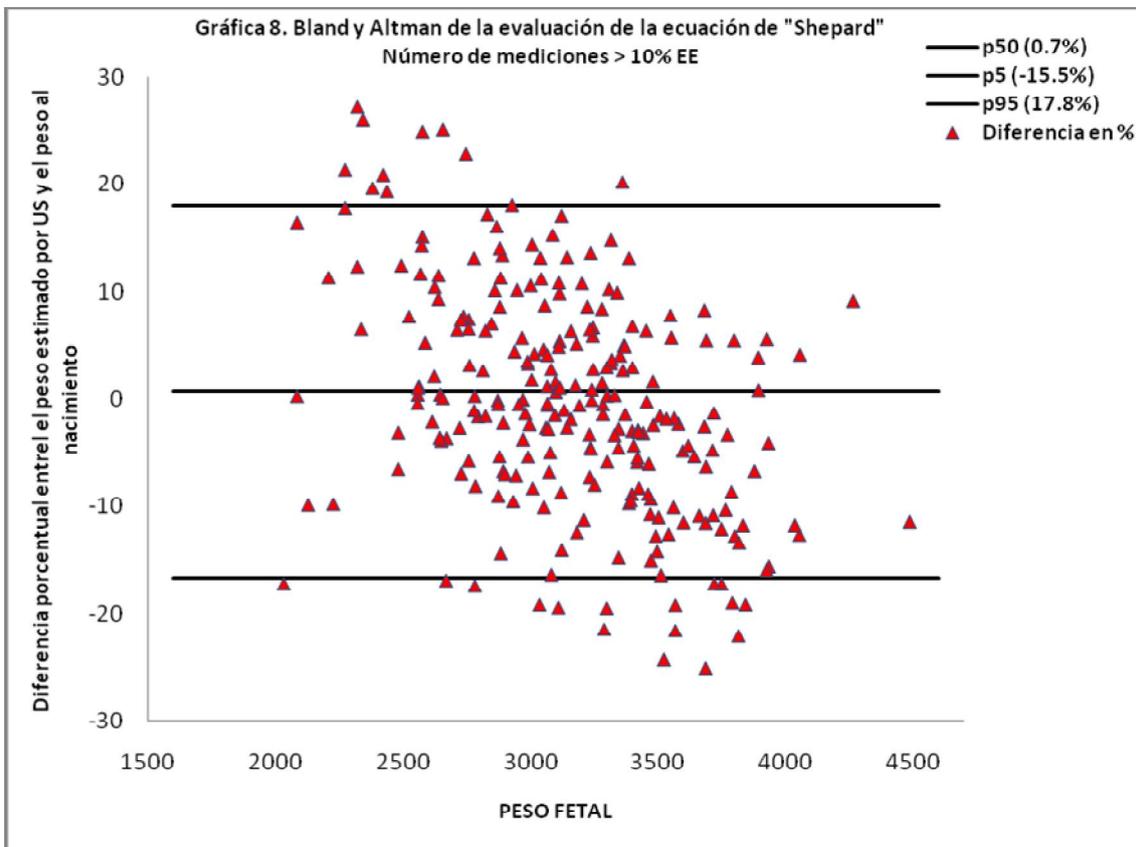
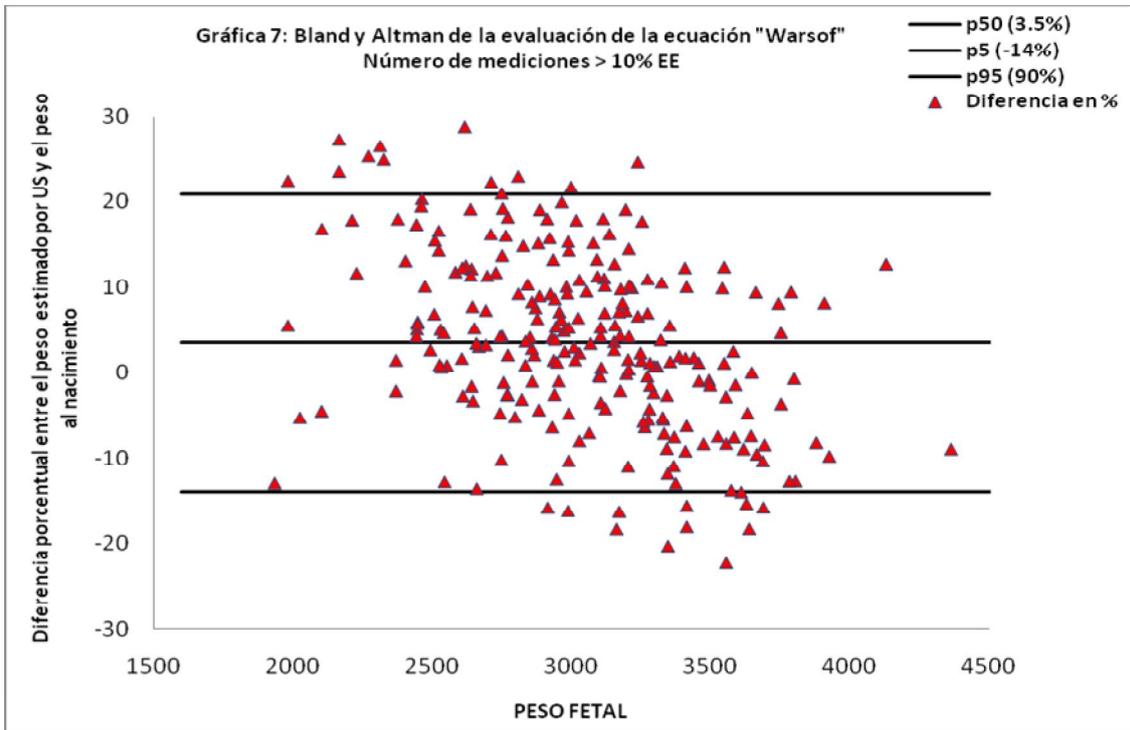
Tabla 5. Evaluación del error estimado en 10 fórmulas analizadas. n=250

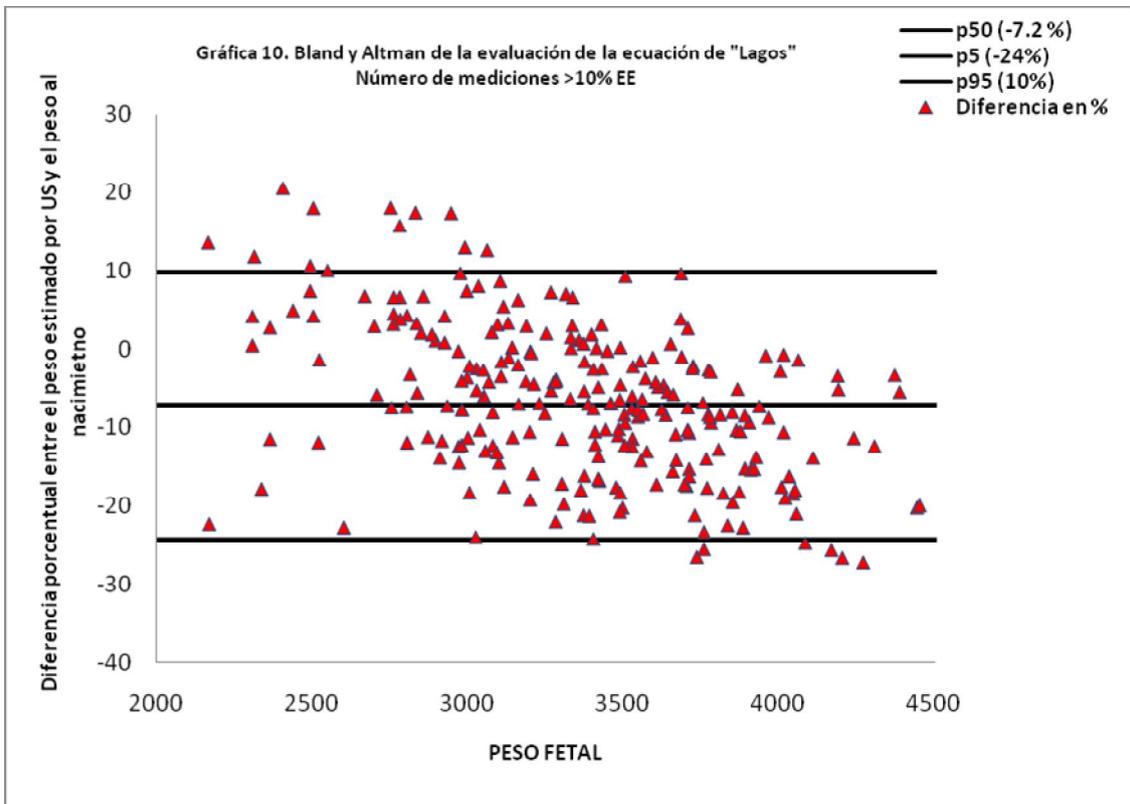
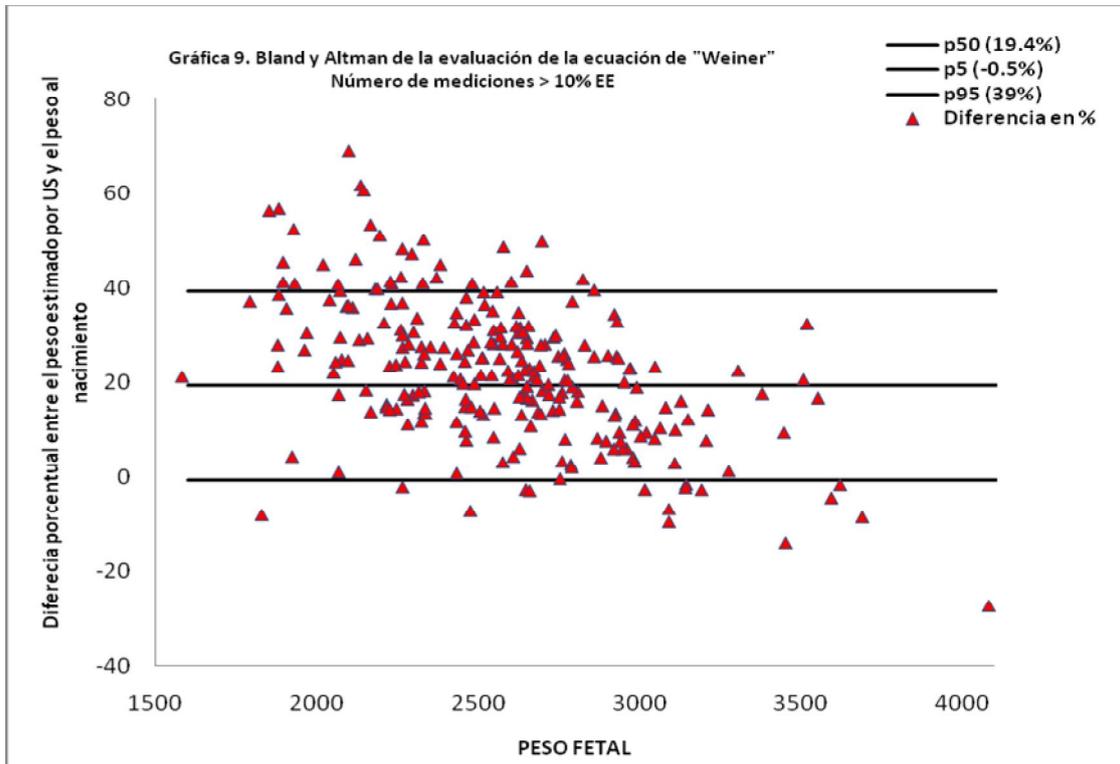
| Fórmulas | Media el error estimado % | Total Mediciones > +/-10% Error | % De Mediciones Con Error > +/- 10% |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Lagos (<i>BPD,CC,CA,LF</i>) | -7.2 | 18 | 7.2 |
| Weiner (<i>CC,CA</i>) | 19.4 | 46 | 18.4 |
| Woo (<i>BPD,,CA,LF</i>) | 7.4 | 35 | 14 |
| Coombs (<i>CC,CA,LF</i>) | 1.4 | 28 | 11.2 |
| Hadlock_1 (<i>CC,CA,LF</i>) | -1.1 | 27 | 10.8 |
| Hadlock_2 (<i>CC,CA,LF</i>) | -2.1 | 20 | 8 |
| Hadlock_3 (<i>BPD,CC,CA,LF</i>) | 1.7 | 32 | 12.8 |
| Hadlock_4 (<i>CC,CA,LF</i>) | 0.3 | 28 | 11.2 |
| Warsof (<i>BPD,LF</i>) | 3.5 | 30 | 12 |
| Shepard (<i>BPD,CA</i>) | 0.7 | 30 | 12 |

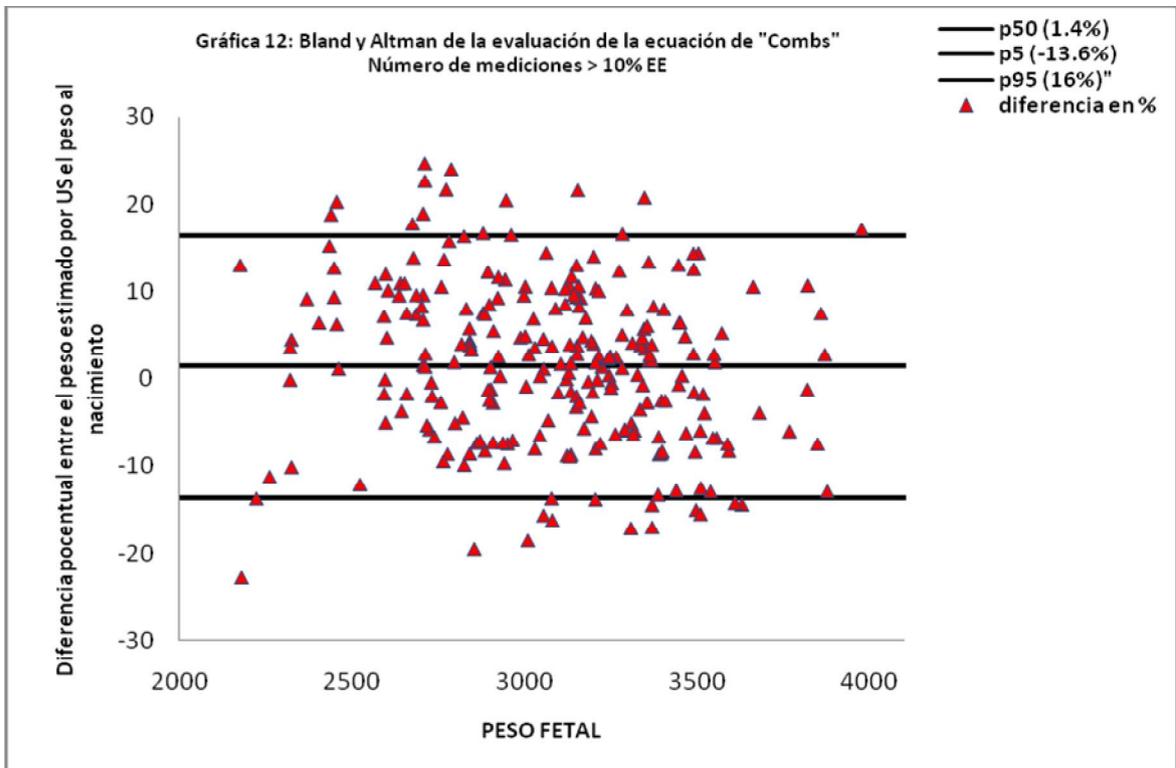
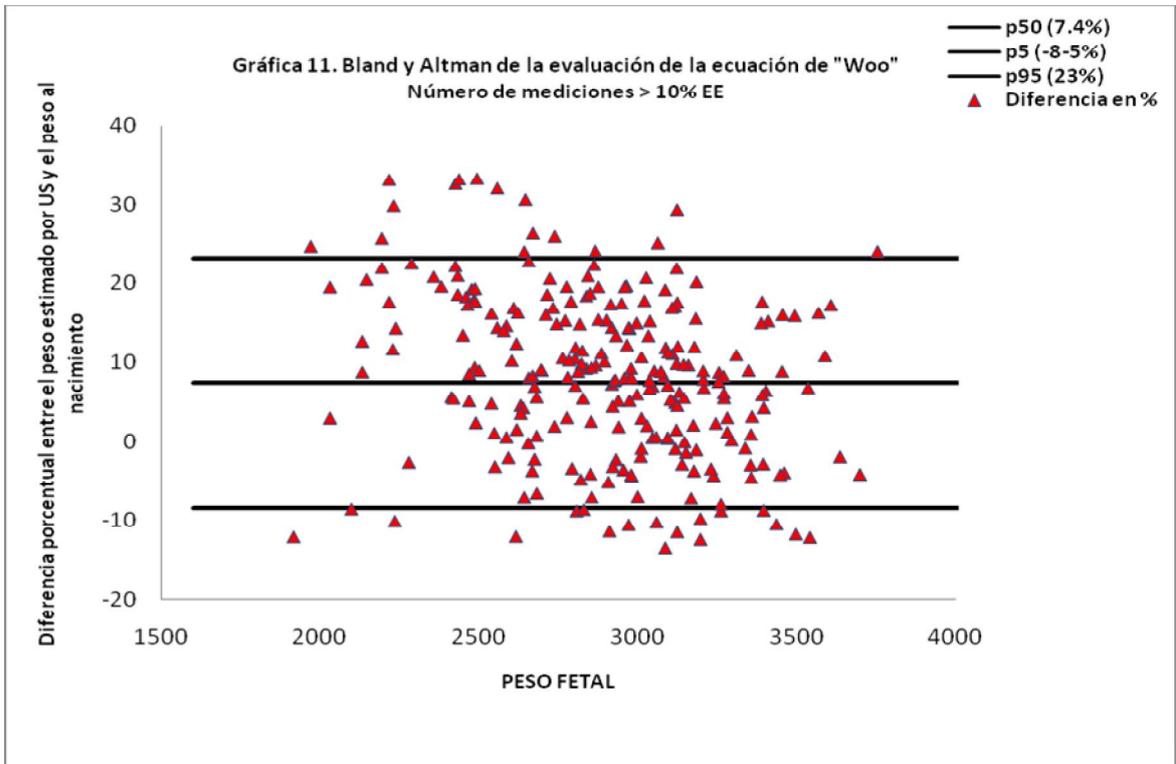
Las *gráficas 3-12*, muestran el número total de pacientes y su distribución mediante el método de Bland y Altman entre el peso fetal al nacimiento versus peso fetal por ultrasonido, permitiendo calcular el número total de casos que se encuentran por fuera del 10% de error estimado:











6. b. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Este estudio demuestra que para nuestra población, el 80% de las fórmulas evaluadas (8/10) tienen un error en la estimación del peso fetal por ultrasonido bidimensional considerado como no aceptable de acuerdo a los criterios establecidos en el protocolo y en la literatura.^{4, 12, 36}

Una estimación exacta del peso antes del nacimiento es una información muy valiosa ya que es importante en el tratamiento y vigilancia prenatal de muchas complicaciones del embarazo (como restricción del crecimiento intrauterino y macrosomía fetal).

Las fórmulas basadas en mediciones biométricas por ultrasonido se han desarrollado con el objetivo de mejorar la exactitud en la predicción del peso fetal, y la gran mayoría han sido realizadas en poblaciones étnicamente diferentes a la nuestra, siendo tan solo la fórmula de Lagos¹³ la única que se ha llevado a cabo en condiciones y con pacientes étnicamente similares a las de México, sin embargo ninguna ecuación ha sido validada y comparada en población Mexicana.

En nuestro estudio encontramos que el 60% de las fórmulas analizadas sobre estiman el peso fetal en el rango de las 34 a las 41 semanas en que fueron adquiridos y evaluados los parámetros biométricos fetales. En el futuro, consideramos conveniente realizar un análisis por edad gestacional y peso fetal para conocer el comportamiento de las fórmulas en diferentes rangos.

Los resultados indican además que tan solo dos ecuaciones (Lagos y Hadlock 2) mostraron un porcentaje de error en las mediciones menor al 10%. ((7,2% y 8% respectivamente) mientras que el comportamiento de las restantes ecuaciones (Weiner, Hadlock_2, 3,4, Coombs, Shepard, Woo y Warsaw) en relación a la estimación del peso fetal, indican un error en el porcentaje de las mediciones superior al que consideramos como aceptable.

La exactitud que mostraron las fórmulas de Lagos y la denominada Hadlock_2 pudiera explicarse por los siguientes factores:

- a) Por el número de variables de la biometría fetal utilizadas en estas ecuaciones para el cálculo del peso: la fórmula de Lagos utiliza los 4 parámetros biométricos (BPD, CC, CA y LF) y la de Hadlock 2 utiliza la CC, CA y la LF. Ambas ecuaciones integran al menos un componente craneal, el perímetro abdominal y la longitud del fémur. Es importante señalar, que a pesar de que las fórmulas de Hadlock_1, 3,4 y Combs utilizan los mismos parámetros biométricos, no alcanzan la misma exactitud en la predicción del peso fetal en nuestra población. Sin embargo, estas 4 ecuaciones presentan un error en las mediciones del 11.5 +/- 0.89%. Por otra parte, la fórmula desarrollada por Weiner y en la cual se utilizan dos variables de la biometría fetal (CC y CA), es la que peor predice el peso fetal al nacimiento, con la media del porcentaje de error más alta de todas las fórmulas (19.4%) y un porcentaje de error en las mediciones de 18.4% (tomando en cuenta el 10% de error estimado).
- b) En el caso particular de la ecuación de Lagos, las mediciones biométricas utilizadas para el desarrollo de esta fórmula fueron adquiridas en una población similar a la nuestra (población latinoamericana). Estudios previos han demostrado que existen variaciones en las mediciones de acuerdo a las etnias de donde provienen lo cual tiene una relación directa con la estimación del peso ^{5,35}, por lo que debería evaluarse el rendimiento de cada fórmula en la población destino a la que se pretenda aplicar. Lo anterior nos confirma el hecho de que al aplicar una ecuación en diferentes poblaciones para la que originalmente fueron creadas, la variación puede ser muy importante. Es recomendable por ende que cada población cuente con sus propias curvas y valores de referencia tal cual lo recomienda la OMS ³⁷.

Nuestro trabajo soporta además lo ya mencionado por otros autores^{38, 39}, respecto a que el verdadero error estimado en este tipo de trabajos está explicado por dos factores fundamentales:

1. Por el error en la medición.³⁸ directamente influenciado por la variabilidad inter/intraobservador, por la variabilidad debida al instrumento y por último a la paciente⁴⁰ todos estos factores fueron especialmente cuidados en nuestro trabajo.

2. Por las propiedades intrínsecas de la fórmula^{38, 39}, nosotros podemos asegurar que al controlar el error en la estimación (punto número uno) nuestros resultados están explicados por las propiedades intrínsecas de cada fórmula.

La exactitud para predecir el peso fetal por diferentes fórmulas puede y debe ser estudiado desde diferentes puntos de vista. El punto más débil en los estudios de este tipo ^{4, 12, 26} es que no incluyen una descripción de los ultrasonografistas encargados de la realización del estudio, ni de su experiencia, tampoco el tipo de equipo ultrasonográfico que utilizaron. Otros puntos débiles son un tamaño de la muestra pequeño, la necesidad de ajuste del peso por cada día que pasa entre el ultrasonido y el nacimiento, y por último las características del diseño del estudio (la mayoría retrospectivos).

La fortaleza de nuestro estudio respecto a estudios previos similares en los cuales no se incluía población Mexicana estaría basada en los siguientes puntos:

1. Todos los parámetros biométricos fetales fueron adquiridos por personal capacitado y experimentado.
2. Solamente fueron incluidos aquellos nacimientos dentro de las 72 horas posteriores al ultrasonido.
3. Se realizó una fase de estandarización para la toma de los parámetros de la biometría fetal resultando un CCI mayor a 0.8 (considerado como bueno).
4. El tamaño de la muestra es lo suficientemente grande para realizar un análisis adecuado.
5. Es un estudio prospectivo.
6. Se excluyeron a las pacientes complicadas con enfermedades maternas o fetales que alteren el crecimiento fetal normal.
7. Se empleó el análisis estadístico más apropiado para probar la concordancia entre dos variables cuantitativas (Bland y Altman).

Creemos también en la confiabilidad de los resultados ya que tratamos de disminuir al máximo los sesgos que pudieran interferir en el análisis final (acortar el tiempo entre el parto y la realización del ultrasonido, realizar una estandarización en la toma de la biometría fetal, utilización de un equipo de alta resolución, e incluir pacientes de bajo riesgo desde las entre 34 y 41 semanas de gestación), lo cual sugiere que el resultado final es secundario a las propiedades intrínsecas de la fórmula.

Los resultados de este estudio pensamos deben ser extrapolados a población obstétrica diferente a la incluida por nosotros (alto riesgo), y comparar los resultados obtenidos para ver su impacto real, ya que para algunos autores es mejor incluir a los dos tipos de poblaciones⁴. Aunque el rango de peso en nuestro trabajo fue desde los 1685 grs a los 4665 grs, este rango pudiera limitar la reproducibilidad de los hallazgos y se deberá proceder con precaución cuando se extrapolan resultados por fuera de este rango de peso, siendo recomendable aumentar el tamaño de la muestra en estos grupos para hacer un análisis estadístico ajustado a subgrupos de peso fetal.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES

No existe hasta el momento una fórmula ideal para estimar el peso fetal por Ultrasonido. Algunos autores como Anderson, Jolley y Wells⁴ concluyen que una fórmula ideal debe mostrarnos una media del porcentaje de error estimado menor al 1% con una desviación estándar (error aleatorizado) menor al 5%⁴.

Nuestro trabajo tiene ventajas sobre otros similares que han sido publicados^{4, 12, 26, 28, 29, 30, 41}. Los hallazgos de nuestro estudio indican que la mayoría de las fórmulas empleadas en este análisis (8/10) son inexactas en predecir el peso fetal al nacimiento.

En nuestro trabajo las fórmulas desarrolladas por Lagos y Hadlock 2 son las que presentan un menor número de casos con un error estimado mayor $\pm 10\%$.

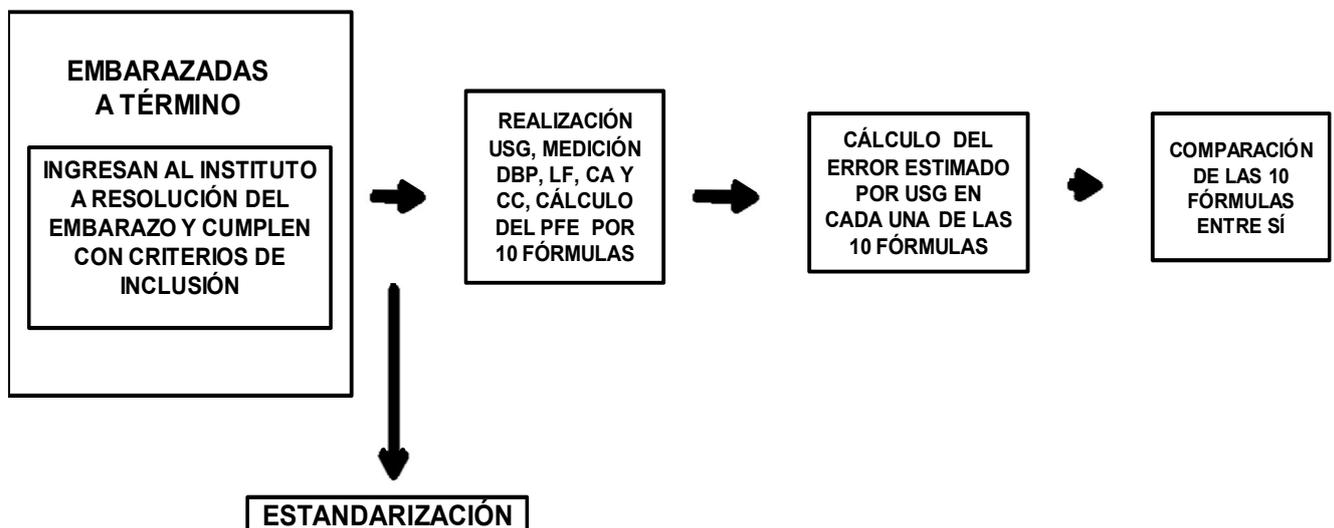
Es necesario desarrollar una fórmula que se adecúe a nuestra población con un rendimiento óptimo para los diferentes subgrupos de peso y de edad gestacional.

CAPITULO 8

ANEXOS

9. a. ANEXO 1

DESCRIPCIÓN ESQUEMÁTICA GENERAL DEL ESTUDIO



9. b. ANEXO 2

HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para participar en el proyecto de investigación

“EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD EN 10 ECUACIONES BASADAS EN PARÁMETROS ULTRASONOGRÁFICOS PARA LA ESTIMACION DEL PESO FETAL”

El servicio de Medicina Materno Fetal del Instituto Nacional de Perinatología Isidro Espinosa de los Reyes le invita a participar en el estudio arriba mencionado

PROCEDIMIENTO:

1. Responderé a algunas preguntas sobre mi historia médica, durante un periodo de tiempo aproximado de 15 minutos.
2. Se me llevará al sexto piso en el servicio de medicina materno fetal en donde un médico materno fetal le realizará un ultrasonido a mi bebé que consistirá en medirle la cabeza, el abdomen y el muslo y así calcular el peso antes de su nacimiento para compararlo con el peso después de nacido.

BENEFICIOS:

Es posible que no se produzca beneficio alguno directamente para mí por participar en el estudio. Solo colaboraría para realizar una investigación.

RIESGOS:

Este estudio se considera con riesgo mayor al mínimo

CONFIDENCIALIDAD:

Los resultados e información obtenida en este estudio, será considerada confidencial y se usará solo en términos de investigación, manteniéndose mi identidad de igual forma.

_____, colaborador en la investigación ha discutido ésta información conmigo y se ha ofrecido a responder a mis preguntas, entendiendo que si existiera alguna otra duda podré comunicarme con él al teléfono 55 20 99 00 extensión 112 ó 114.

DERECHO A REHUSAR O ABANDONAR:

Mi participación en el estudio es enteramente mi voluntad y soy libre a decidir formar parte del estudio o abandonar en cualquier momento, sin afectar o poner en peligro mi atención médica subsecuente.

CONSENTIMIENTO:

Consiento participar en este estudio. Proporcionándome la información suficiente acerca de todo lo referente al estudio, han respondido todas mis preguntas y me han otorgado información complementaria del proyecto. Así mismo se me ha dado el tiempo necesario para tomar mi decisión.

MEXICO D.F A ____ DE _____ DEL _____

NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE

NOMBRE Y FIRMA DEL MÉDICO

NOMBRE Y FIRMA DEL TESTIGO

NOMBRE Y FIRMA DEL TESTIGO

9. c. ANEXO 3

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD EN 10 ECUACIONES
BASADAS EN PARÁMETROS ULTRASONOGRÁFICOS PARA LA ESTIMACION DEL PESO
FETAL"

NOMBRE.....EDAD.....
.....Registro.....Peso.....Talla.....IMC.....Lugar.....de
Procedencia:.....Teléfono.....
Diagnóstico de ingreso:
1. _____
2. _____

FUM (...../...../.....) Segura y confiable Si.....No.....Edad x
LCR.....
Grupo Sanguíneo:..... Rh..... G.... P.... A.... C.....FUP:.....Tabaquismo
si.....
Enfermedades Concomitantes (HTA, DM
etc.).....
.....

RESULTADO US

PRIMER TRIMESTRE: FECHA.....SDG.....TRANSPOLADO.....
1.- FECHA.....SDG.....TRANSPOLADO.....
2.- FECHA.....SDG.....TRANSPOLADO.....

FECHA DE INGRESO

INPER:.....INDICACIÓN.....

ULTRASONIDO

FECHA DE REALIZACIÓN:.....

REALIZÓ:

DBP:.....mm.....SDG
CC:.....mm.....SDG
CA:.....mm.....SDG
LF:.....mm.....SDG
PROMEDIO.....SDG
PFE:.....grs.

RESULTADOS OBSTÉTRICOS:

FECHA DE NACIMIENTO.....PESO AL NACIMIENTO.....

9. d. ANEXO 4

TÉCNICA DE MEDICIÓN DEL DIÁMETRO BIPARIETAL (DBP), CIRCUNFERENCIA CEFÁLICA (CC), LONGITUD FEMORAL (LF) Y CIRCUNFERENCIA ABDOMINAL (CA).

La fetometría deberá realizarse por la técnica propuesta por Hadlock y cols (***)

CABEZA: Imagen de cráneo en corte transversal, con tálamo visualizado en línea media equidistante de tablas parietales y cavum septum pellucidum hacia frontal. (Figura 1 y 2)

- **DBP:** Medido de la tabla externa del parietal proximal a tabla interna del parietal distal.
- **DOF:** (DIÁMETRO OCCIPITOFRONTAL): Medido de tabla externa a tabla externa.
- **CC:** En base a la fórmula $DBP + DOF \times 1.62^*$ y medición directa por método de la elipse.



Figura 1. Circunferencia Cefálica



Figura 2. Diámetro Biparietal

ABDOMEN: Imagen transversal o axial con visualización de columna, estómago y porción umbilical de vena porta izquierda (figura 3):

- La medición del diámetro transversal abdominal (DTA) y del diámetro antero posterior (DAPA) deberá ser en su caso desde la parte más externa de piel de cada lado.
- CA: Calculado mediante la fórmula estándar de perímetro $DAPA + DTA \times 1.57$ o medido también por el método de la elipse.



Figura 3. Circunferencia abdominal

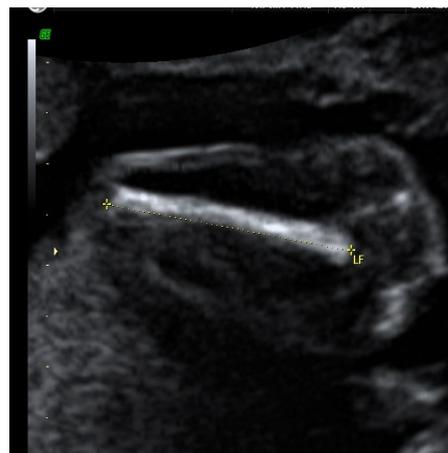


Figura 4. Longitud Femoral

FÉMUR: Se medirá en vista sagital del hueso, excluyendo a nivel distal el cartílago hiperecogénico y epífisis femoral distal (figura 4).

9. d. ANEXO 5

Ecuaciones utilizadas en el cálculo del peso fetal

| AUTOR | AÑO | ECUACIÓN |
|------------------------------|------|---|
| Warsof ¹⁵ | 1977 | $\log^{10}(\text{PFE}) = -1.599 + 0.144(\text{DBP}) + 0.032(\text{CA}) - 0.111(\text{DBP}^2 \times \text{CA})/1000$ |
| Shepard y cols ¹⁶ | 1982 | $\log^{10} \text{PFE} = -1.7492 + (0.0166 \times \text{DBP}) + (0.0046 \times \text{CA}) - 0.00002646 \times \text{CA} \times \text{DBP}$ |
| Hadlock 1 ¹⁷ | 1984 | $\log^{10} \text{PFE} = 1.5662 - (0.0108 \times \text{CC}) + (0.0468 \times \text{CA}) + (0.171 \times \text{LF}) + (0.00034 \times \text{CC}^2) - (0.003685 \times \text{CA} \times \text{LF})$ |
| Hadlock 2 ¹⁷ | 1984 | $\log^{10} \text{PFE} = 1.326 - 0.0000326 \times \text{CA} \times \text{LF} + 0.00107 \times \text{CC} + 0.00438 \times \text{CA} + 0.0158 \times \text{LF}$ |
| Hadlock 3 ¹⁸ | 1985 | $\log^{10} \text{PFE} = 1.3596 - 0.00386 \times \text{CA} \times \text{LF} + 0.0064 \times \text{CC} + 0.00061 \times \text{DBP} \times \text{CA} + 0.0424 \times \text{CA} + 0.174 \times \text{LF}$ |
| Hadlock 4 ¹⁷ | 1984 | $\log^{10} \text{PFE} = 1.5662 - 0.0108 \times \text{CC} + 0.0468 \times \text{CA} + 0.171 \times \text{LF} + 0.00034 \times \text{CC}^2 - 0.003685 \times \text{CA} \times \text{LF}$ |
| Woo ²¹ | 1985 | $\text{EBW} = 1.4 \times \text{DBP} \times \text{CA} \times \text{LF} - 200$ |
| Weiner ⁴ | 1985 | $\log^{10} \text{PFE} = 1.6575 + (0.04035 \times \text{CC}) + (0.01286 \times \text{CA})$ |
| Combs ²⁰ | 1993 | $\text{PFE} = 0.00023718 \times \text{CA}^2 \times \text{LF} + 0.00003312 \times \text{HC}^3$ |
| Lagos ¹³ | 2001 | $\log^{10} \text{PFE} = 1.8395318 + (0.00140201 \times \text{CA}) + (0.00074982 \times \text{CC}) + (0.00919704 \times \text{LF}) + (0.00333183 \times \text{DBP})$ |

9. e. ANEXO 6

ESTANDARIZACIÓN

Se realizará la estandarización en la toma de fetometría y la estimación del peso fetal mediante ultrasonido 2-D por un médico residente y un médico adjunto del servicio de Medicina Materno Fetal y de acuerdo a la técnica descrita en el *anexo 1*.

Se pretende determinar el coeficiente de correlación intraclase (intra-observador e inter-observador) del residente y del médico adscrito que realicen las mediciones de la fetometría para el cálculo del peso fetal estimado, motivo de estudio; para lo cual se realizará esta fase de la siguiente manera:

1. Se realizarán las mediciones en 10 pacientes al azar, que cumplan con los criterios de selección.
2. Se le dará a firmar la hoja de consentimiento informado.
3. Se utilizarán los 3 ultrasonidos Voluson 730 Expert; General Electric Medical System Europe-78 existentes en la UNIMEF del Departamento de Medicina Materno Fetal.
4. Realizaremos pegamiento de las mediciones cubriendo los valores obtenidos con un cuadro de cartón.
5. Cada uno de los médicos participantes realizarán las mediciones del DBP, CC, CA, LF y PFE mediante la fórmula de Hadlock 1 reportando sus mediciones en hoja de recolección destinada para ello.
6. Se grabarán los datos obtenidos y posteriormente se recolectarán para su análisis.
7. El coeficiente de variación será calculado con la siguiente fórmula:

$$\text{Coeficiente de Variación} = 100 \times (S_i / X_i) / n$$

* S_i = Varianza intraobservador
 * X_i = media de todas las mediciones
 * n = número de observaciones

Los datos de las mediciones se recolectarán en la siguiente tabla.

ESTANDARIZACIÓN

Nombre de la paciente: _____
 Edad: _____ Registro: _____ Fecha: _____
 Peso fetal al nacimiento: _____

| REGISTRO #1 | VARIABLE | FETOMETRIA 1(mm) RESIDENTE | FETOMETRIA 3 (mm) ADSCRITO |
|-------------|---------------|----------------------------|----------------------------|
| | D.B.P.(mm) | | |
| | C.C.(mm) | | |
| | C.A.(mm) | | |
| | L.F.(mm) | | |
| | P.F.E(gramos) | | |
| REGISTRO #2 | VARIABLE | FETOMETRIA 1(mm) RESIDENTE | FETOMETRIA 3 (mm) ADSCRITO |
| | D.B.P.(mm) | | |
| | C.C.(mm) | | |
| | C.A.(mm) | | |
| | L.F.(mm) | | |
| | P.F.E(gramos) | | |
| REGISTRO #3 | VARIABLE | FETOMETRIA 1(mm) RESIDENTE | FETOMETRIA 3 (mm) ADSCRITO |
| | D.B.P.(mm) | | |
| | C.C.(mm) | | |
| | C.A.(mm) | | |
| | L.F.(mm) | | |
| | P.F.E(gramos) | | |

Una vez realizadas las mediciones se calculará la correlación inter e intra-observador mediante el coeficiente de correlación intraclase y utilizaremos el programa SPSS versión 15 para el cálculo del mismo. Consideraremos una concordancia moderada con valores de 0.51-0.7, buena de 0.71-0.9 y muy buena en resultados mayores a 0.9.

Las pacientes que ingresen al Instituto para resolución del embarazo, ya sea por inducción del parto o para cesárea electiva, y que cumplan con los criterios de inclusión, subirán al 6º piso para la realización del ultrasonido 2-D, ingresarán al estudio todas aquellas pacientes que tengan US 2-D dentro de las primeras 48hrs antes del parto y en quienes se haya obtenido satisfactoriamente todas las mediciones, y así obtener la concordancia inter-intraobservador.

CAPITULO 9

BIBLIOGRAFÍA

1. Carrera JM. Crecimiento Fetal normal y patológico. 1997 Masson 1996.
2. Mongelli M and Gardosi J. Fetal Growth. *Curr Opin Obstet Gynecol* 2000;12:111-115.
3. Deter RL, Harrist RB, Hadlock FP, Carpenter RJ. The Use of Ultrasound in the Assessment of Normal Fetal Growth: A Review. *J Clin Ultrasound* 1981;9:481-93.
4. Anderson NG, Jolley IJ, Wells JE. Sonographic estimation of fetal weight: comparison of bias, precision and consistency using 12 different formulae. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007;30:173-9.
5. Degani S. Fetal biometry: clinical, pathological, and technical considerations. *Obstet Gynecol Surv* 2001;56:159-67.
6. Mongelli M, Gardosi J. Reduction of false-positive diagnosis of fetal growth restriction by application of customized fetal growth standards. *Obstet Gynecol* 1996;88:844-848.
7. Rogers MS, Chung TK, Chang AM. Ultrasound fetal weight estimation: precision or guess work? *Aust NZ J Obstet Gynaecol* 1993;33:142-144.
8. Mongelli M. Fetal weight estimation by symphysis-fundus height and gestational age. *Gynecol Obstet Invest* 1997;43: 20-24.
9. Schid RL, Fimmers R, Hansmann M. Fetal weight estimation by three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000;16:445-52.
10. Chang FM, Liang RI, Ko HC, Yao BL, Chang CH, Yu CH. Three-dimensional ultrasound-assessed fetal thigh volumetry in predicting birth weight. *Obstet Gynecol* 1997;90:331-9.
11. Liang RI, Chang FM, Yao BI, Chang CH, Yu CH, KO HC. Predicting birth weight by fetal upper-arm volume with use of three-dimensional ultrasonography. *Am J Obstet Gynecol* 1997;177:632-8.
12. Scioscia M, Vimercati A, Ceci O, Vicino M, Selvaggi L. Estimation of birth weight by two-dimensional ultrasonography: a critical appraisal of its accuracy. *Obstet Gynecol* 2008;111:57-65.
13. Lagos RA, Espinoza R, Orellana JJ. Nueva fórmula para estimación del peso fetal por examen ultrasonográfico. *Rev Chil Ultrasonog* 2001;4:7-12.
14. Campbell S, Wilkins D. Ultrasonic Measurement of the fetal abdomen circumference in the estimation of fetal weight. *Br J Obstet Gynaecol* 1975;82:689-697.

15. Warsof SL, Gohari P, Berkowitz RL, Hobbins JC. The estimation of fetal weight by computer-assisted analysis. *Am J Obstet Gynecol* 1977;128:881-92.
16. Shepard MJ, Richards VA, Berkowitz RL, Warsof SL, Hobbins JC. An evaluation of two equations for predicting fetal weight by ultrasound. *Am J Obstet Gynecol* 1982;142:47-54.
17. Hadlock PF, 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;150:535-40.
18. Hadlock PF, Harrist RB, Sharman RS, Deter RL, Park SK. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements: a prospective study. *Am J Obstet Gynecol* 1985;151:333-7.
19. Warsof SL, Wolf P, Coulehan J, Queenan JT. Comparison of fetal weight estimation formulas with and without head measurements. *Obstet Gynecol* 1986;67:569-73.
20. 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;82:365-70.
21. Woo JS, Wan MC. An evaluation of fetal weight prediction using a simple equation containing the fetal femur length. *J Ultrasound Med* 1986;4:65-7.
22. Rose BI, McCallum WD. A simplified method for estimating fetal weight using ultrasound measurements. *Obstet Gynecol* 1987;69:671-5.
23. Dudley NJ, Lamb MP, Hatfield JA, Copping C, Sidebottom K. Estimated fetal weight in the detection of the small-for-menstrual-age fetus. *J Clin Ultrasound* 1990;18:387-93.
24. Ferrero A, Maggi E, Giancotti A, Torcia F, Pachi A. Regression formula for estimation of fetal weight with use of abdominal circumference and femur length: a prospective study. *J Ultrasound Med* 1994;13:823-33.
25. Thurnau GR, Tamura RK, Sabbagha R, Depp OR III, Dyer A, Larkin R, Lee T, Laughlin C. A simple estimated fetal weight equation based on real-time ultrasound measurements of fetuses less than thirty-four weeks' gestation. *Am J Obstet Gynecol* 1983; 145: 557-561.
26. Patrick F, Chien W, Owen P, Khan K. Validity of Ultrasound Estimation of Fetal Weight. *Obstet Gynecol* 2000;95:856-60.
27. Aoki M. Fetal weight calculation; Osaka University method. In: Yoshihide C, editor. *Ultrasound in obstetrics and gynaecology*. 2nd ed. Kyoto, Japan: Kinpodo; 1990. p. 95-107.
28. Nahum GG, Stanislaw H. Ultrasonographic prediction of term birth weight: How accurate is it?. *Am J Obstet Gynecol* 2003;188:566-74.
29. Dudley NJ. A systematic review of the ultrasound estimation of fetal weight. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005;25:80-9.

30. Mirghani HM, Weerasinghe S, Ezimokhai M, Smith JR. Ultrasonic estimation of fetal weight at term: an evaluation of eight formulae. *J Obstet Gynaecol Res* 2005;31:409–13.
31. Ross MG, Kjos SL. Estimation of birth weight by two-dimensional ultrasonography. *Obstet Gynecol*. 2008 May;111(5):1215, author reply 1215.
32. Simon NV, Levisky JS, Shearer DM, O’Lear MS, Flood JT. Influence of fetal growth patterns on sonographic estimation of fetal weight. *J Clin Ultrasound* 1987;15:376-83.
33. Perlow JH, Wigton T, Hart J, Strassner HT, Nageotte MP, Wolk BM. Birth trauma. A five-year review of incidence and associated perinatal factors. *J Reprod Med* 1996;41:754-760.
34. Arias E, MacDorman MF, Strobino DM, Guyer B. Annual summary of vital statistics-2002. *Pediatrics* 2003;112:1215-30.
35. Jacquemyn Y, Sys SU, Verdonk P. Fetal biometry in different ethnic group. *Early Hum Dev* 2000; 57:1-13.
36. Lagos RA, Espinoza R, Echeverría LP, Orellana JJ y cols. Gráfica regional de crecimiento fetal normal. *Rev Chil Ultrasonog* 1999;2: 124-131.
37. Organización Mundial de la Salud: Prevención de la mortalidad y morbilidad perinatales. *Ser Inf Tecn* 1972; 1-102.
38. Mongelli M, Tambyraja R. Ultrasonic fetal weight estimation and tolerance to measurement error: a comparative analysis. *Australas Radiol* 2003;47:389-92.
39. Chang TC, Robson SC, Spencer JA, Gallivan S. Ultrasoni fetal weight estimation: analysis of inter and intra-observer variability. *J Clin Ultrasound* 1993;21:515-9.
40. Dudley NJ, Chapman E. The importance of quality management in fetal measurement. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002;19:190-6