



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA

Validación de la estimación del peso fetal mediante ecografía previa al parto con las fórmulas de Warsof con la modificación de Shepard y Hadlock; correlacionado con el peso real post parto medido mediante balanza electrónica en los servicios de neonatología y gineco-obstetricia en los periodos comprendidos entre marzo y mayo de 2016 en el Hospital San Francisco de Quito.

**CRISTIAN ALBERTO BARBA BERMEO¹
MARCO ANTONIO TERAN IZA¹**

DIRECTOR: DR. CARLOS ESPINOSA RIVAS²

DIRECTOR METODOLOGICO: DRA. MARIA CARRASCO³

QUITO

2016

¹ Estudiantes de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Correo Electrónico: tesispuce2015@gmail.com

² Médico Especialista en Pediatría y Neonatología, Médico Tratante del Servicio de Neonatología del Hospital San Francisco de Quito y Docente de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

³ Médico Especialista en Patología Clínica y Salud Pública. Docente de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es resultado del esfuerzo conjunto de sus autores, quienes nos apoyamos mutuamente, compartimos experiencias, conocimiento y sobre todo dedicación para lograr un objetivo común.

Comenzamos agradeciendo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sobre todo a la Facultad de Medicina, a sus directivos, personal administrativo y sobre todo maestros quienes durante todos estos años nos han inculcado amor por esta profesión y nos han mostrado el camino correcto que debemos seguir, basando nuestro ejercicio profesional en principios y valores morales, sobre todo la entrega a nuestros pacientes.

Queremos agradecer al Hospital San Francisco de Quito y a sus directivos, el Dr. Pablo Savay, director médico y el Dr. Roberto Ramos, jefe de docencia e investigación por permitirnos realizar este trabajo en esta prestigiosa institución médica.

De la misma manera, queremos agradecer al Dr. Carlos Espinosa por su entrega y colaboración, por abrirnos las puertas del servicio de neonatología y por orientarnos durante todo el proceso para lograr finalizar este trabajo. A la Dra. María Lucila Carrasco por su compromiso con esta tesis y por su guía en varios aspectos de la realización de la misma y a la Dra. Magdalena Calero por sus valiosos aportes para este trabajo.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo primero a Dios por todas las bendiciones que ha depositado en mí y por darme la oportunidad de poder culminar mi carrera. A mi familia por todo su apoyo durante estos 6 años de formación, en especial a mi madre Nancy, quien me mostró con su trabajo las mejores partes de esta profesión y quien me ha apoyado siempre en todos los aspectos de mi vida. A mi padrino Genaro quien me ha brindado los mejores consejos y ha ayudado a formarme como persona. A mi novia Michelle por siempre estar presente durante este arduo proceso, por darme la fuerza y el empuje para culminar este trabajo. A mis amigos, que son como hermanos, con quienes compartí las aulas desde el inicio, por su ayuda y amistad incondicional y finalmente a mi gran amigo Cristian quien fue pilar fundamental en la culminación de este proyecto.

Marco Terán Iza

Quiero dedicar este trabajo a Dios por tantas bendiciones, por regalarme la vida y con ello el mejor regalo del mundo, mi familia, a mis padres Walter y Jenny por ser el pilar más importante en mi vida, por haberme dado tanto, mi más grande felicidad, la oportunidad de ser médico, sin ellos nada sería posible, a ellos se los debo todo. A mis hermanos por siempre estar conmigo, son mi orgullo y mi alegría. A mis abuelos paternos y maternos, una dedicatoria especial a la memoria de mis amados abuelos, Eduardo y Emilia, más que unos Abuelos han sido unos ángeles en mi vida ayer, hoy y siempre. A mis tíos que me han amado como a un hijo, han sido unos padres para mí. A mí novia, por brindarme su amor, su apoyo y siempre creer en mí. A mis primos y amigos, por brindarme esa hermandad llena de afecto y amistad durante toda la vida, y finalmente a mi compañero, amigo y hermano Marco, con nuestra amistad hemos hecho que esta meta sea posible.

Cristian Barba Bermeo

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	4
CAPITULO I: ANTECEDENTES.....	6
INTRODUCCION.....	6
JUSTIFICACIÓN.....	7
CAPÍTULO II: REVISION BIBLIOGRAFICA.....	9
DEFINICIONES.....	9
FUNDAMENTACION TEORICA.....	11
FISIOLOGIA DEL EMBARAZO NORMAL.....	11
MEMBRANAS FETALES.....	12
CAMBIOS MATERNOS EN EL EMBARAZO.....	15
DESARROLLO Y CRECIMIENTO FETAL.....	16
PESO FETAL.....	24
ECOGRAFIA OBSTETRICA.....	27
UTILIDAD DIAGNOSTICA DE LA ECOGRAFIA.....	32
BIOMETRIA FETAL.....	34

CAPITULO III: METODOLOGIA.....	42
PROBLEMAS DE LA INVESTIGACION.....	42
OBJETIVOS.....	42
HIPOTESIS.....	43
ENFOQUE INVESTIGATIVO.....	43
TIPO DE INVESTIGACION.....	44
POBLACION Y MUESTRA.....	44
PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACION.....	47
PLAN DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION.....	48
ASPECTOS BIOETICOS.....	50
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	51
CAPITULO V: DISCUSION.....	64
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
CONCLUSIONES.....	67
RECOMENDACIONES.....	69
BIBLIOGRAFIA.....	71

ANEXOS.....	74
-------------	----

LISTA DE TABLAS

TABLA 1: CLASIFICACION DEL RECIEN NACIDO SEGÚN LA EDAD GESTACIONAL.....	10
TABLA 2: FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO FETAL.....	18
TABLA 3: VELOCIDAD DEL SONIDO EN DISTINTAS SUSTANCIAS.....	28
TABLA 4: DETALLE DE LAS FORMULAS UTILIZADAS EN ECOGRAFIA PARA CALCULO DEL PESO FETAL.....	40
TABLA 5: CRITERIOS DE INCLUSION Y EXCLUSION.....	45
TABLA 6: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	46
TABLA 7: DISTRIBUCION DE LA EDAD GESTACIONAL EN LA MUESTRA.....	51
TABLA 8: DISTRIBUCION DEL SEXO DEL PRODUCTO EN LA MUESTRA.....	52
TABLA 9: DISTRIBUCION DEL NIVEL DE ENTRENAMIENTO DEL ECOGRAFISTA EN LA MUESTRA.....	53
TABLA 10: ESTADISTICAS IMPORTANTES PARA EL ESTUDIO.....	54
TABLA 11: ESTADISTICAS COMPARATIVAS ENTRE FORMULAS ECOGRAFICAS Y EL PESO EN BALANZA ELECTRONICA.....	55
TABLA 12: EMPAREJAMIENTO ENTRE CADA UNA DE LAS FORMULAS ECOGRAFICAS Y EL PESO EN BALANZA ELECTRONICA.....	56

TABLA 13: ESTADISTICAS DE DOS NIVELES DE EXPERTICIA CON LAS FORMULAS ECOGRAFICAS Y EL PESO EN BALANZA ELECTRONICA....	57
TABLA 14: ESTADISTICAS DE DOS NIVELES DE EXPERTICIA CON LAS FORMULAS ECOGRAFICAS Y EL PESO EN BALANZA ELECTRONICA....	58
TABLA 15: ESTADISTICAS DE DOS NIVELES DE EXPERTICIA CON LAS FORMULAS ECOGRAFICAS Y EL PESO EN BALANZA ELECTRONICA....	58
TABLA 16: ESTADISTICAS DEL SEXO DEL PRODUCTO CON LAS FORMULAS ECOGRAFICAS Y EL PESO EN BALANZA ELECTRONICA....	60
TABLA 17: CORRELACION SIMPLE ENTRE CADA UNA DE LAS FORMULAS ECOGRAFICAS Y EL PESO EN BALANZA ELECTRONICA....	61
TABLA 18: COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON ENTRE LA FORMULA DE HADLOCK Y EL PESO EN BALANZA ELECTRONICA.....	62
TABLA 19: COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON ENTRE LA FORMULA DE WARSOFF CON LA MODIFICACION DE SHEPARD Y EL PESO EN BALANZA ELECTRONICA.....	63

LISTA DE GRAFICOS

GRAFICO 1: ALTURA DEL FONDO UTERINO SEGÚN LA EDAD GESTACIONAL.....	26
GRAFICO 2: DISTRIBUCION DE LA EDAD GESTACIONAL EN LA MUESTRA.....	52
GRAFICO 3: DISTRIBUCION DEL SEXO DEL PRODUCTO EN LA MUESTRA.....	53
GRAFICO 4: DISTRIBUCION DEL NIVEL DE ENTRENAMIENTO DEL ECOGRAFISTA EN LA MUESTRA.....	54

RESUMEN

Introducción: El monitoreo del crecimiento fetal es un componente estándar de la atención prenatal. Los investigadores han desarrollado varias ecuaciones para estimar el peso fetal en el segundo y tercer trimestre. Estas ecuaciones implican una variedad de mediciones biométricas obtenidas ecográficamente. Por lo general, se utiliza una combinación de diámetro biparietal, circunferencia de la cabeza, circunferencia abdominal y la longitud del fémur. Las dos fórmulas más populares son de las de Warsof con la modificación de Shepard y la de Hadlock. Estas fórmulas se incluyen en la mayoría de los paquetes de equipos de ultrasonido.

Objetivos: Determinar la validez de la ecografía previa al parto para la estimación del peso fetal correlacionado con el peso real del neonato medido mediante balanza electrónica posterior al nacimiento.

Materiales y Métodos: Se incluyeron en el estudio a mujeres en labor de parto, que cursan con embarazo a término (37 a 41.6 semanas), con fetos únicos sin malformaciones congénitas. No se hicieron distinciones entre edad materna, etnia, ni vía por la que se produce el parto. El estudio es no experimental, analítico, de corte transversal, en tiempo prospectivo, de validación de método diagnóstico.

Tamaño de la Muestra: Pacientes que ingresaron en labor de parto al área de gineco-obstetricia del Hospital San Francisco de Quito entre marzo y mayo de 2016 y sus correspondientes neonatos, que cumplieron los criterios de inclusión. Se obtuvo una muestra total de 274 pacientes.

Las variables a medir son el peso ecográfico, peso real, nivel de experticia del ecografista y el sexo. Los instrumentos de medición que se utilizarán son un equipo ecográfico de última generación disponible en el área de gineco-obstetricia y una balanza electrónica disponible en el área de neonatología del HSFQ, con la participación de los médicos posgradistas y médicos tratantes del servicio de gineco-obstetricia que realizarán la estimación del peso fetal mediante ecografía y el personal de enfermería debidamente capacitado en el área de neonatología para la

toma del peso del producto al nacimiento. El plan de análisis evaluó la confiabilidad de la ecografía para la estimación del peso fetal, media, con desviaciones estándar, diferencia de medias y Coeficiente de Correlación de Pearson y se analizarán los datos en el programa estadístico SPSS™ (versión 24). Estudio que se realizó en los servicios de gineco obstetricia y neonatología del HSFQ. El estudio tuvo un costo aproximado de 1130 USD y una duración estimada de 4 meses.

Resultados: De una muestra total de 274 pacientes, el 50.4% fueron RNAT (Recién Nacidos a Término) precoz, el 43.4% fueron RNAT completo y el 6.2% fueron RNAT tardío. De igual manera el 53.6% de los productos fueron de sexo masculino, mientras que el 46.4% fueron de sexo femenino. Del total de ecografías realizadas (274), 19% fueron realizadas por R2, 37.2% por R3 y 43.8% por médicos tratantes. Al analizar los datos se concluyó que la fórmula de Hadlock tiene un menor error (208.4g) comparada con el peso real medido en balanza electrónica ($p=0.004$), de tal manera que la fórmula de Warsof con la modificación de Shepard exhibe mayor grado de error (284.28g) ($p=0.006$). El sexo masculino del producto favoreció a medidas más exactas ($p>0.005$) y los que menos errores cometen al momento de realizar ecografías son los médicos tratantes ($p>0.005$). Se observó una estrecha relación entre cada fórmula y el peso real medido en balanza electrónica ($p=0.0001$).

Conclusiones: La ecografía obstétrica es una herramienta útil y confiable para predecir con bastante fiabilidad el peso que tendrá el producto antes del nacimiento, por ende debe continuar siendo la principal guía al momento de tomar decisiones sobre la atención de la madre y su niño. El grado de error dentro del HSFQ supera al reportado por la literatura internacional, sin embargo dicho error es de apenas 108.4g, el mismo que con mayor capacitación a los profesionales podría corregirlo. El género y nivel de entrenamiento del ecografista son variables que no tienen significancia estadística sobre el error en la predicción. Ambas fórmulas están estrechamente relacionadas estadísticamente con el peso real medido en balanza electrónica.

Palabras clave: Ecografía, Peso, Hadlock, Warsof, Shepard, Balanza Electrónica, Ecuación, Fetal.

ABSTRACT

Introduction: The monitoring of fetal growth is a standard component of prenatal care. Researchers have developed several equations to estimate fetal weight in the second and third trimesters. These equations involve a variety of biometric measurements obtained by ultrasound. Usually a combination of biparietal diameter, head circumference, abdominal circumference and femur length is used. The two most popular formulas are those of Warsof with the modification of Shepard and Hadlock. These formulas are included in most ultrasound packages.

Objective: To determine the validity of ultrasound previous to delivery for fetal weight estimation correlated with the actual weight of the newborn measured by electronic balance after birth.

Materials and Methods: Women in labor, that have pregnancy to term (37 to 41.6 weeks), with only fetuses without congenital malformations were included in the study. There have been no distinctions between maternal age, ethnicity, or pathway by which delivery occurs. The study is non experimental, analytical, cross-sectional, in prospective time validation of diagnostic method.

Sample Size: Patients who enter into the labor area of gynecology and obstetrics of Hospital San Francisco de Quito between March and May 2016 and their infants, who meet the inclusion criteria. A total sample of 274 patients was obtained.

The variables to be measured are the sonographic weight, actual weight, level of expertise of the sonographer and sex. Measuring instruments to be used are an ultrasound equipment available in the area of gynecology and obstetrics and an electronic balance available in the area of neonatology of HSFQ, with the participation of residents and treating physicians of the gynecologic service that will make the estimation of fetal weight by ultrasound and nurses trained in the area of neonatology for taking product weight at birth. The analysis plan assessed the

reliability of ultrasound for fetal weight estimation, mean, standard deviation, mean difference and Pearson Correlation Coefficient and data were analyzed in SPSS™ (version 24). The study was conducted in obstetrics and gynecology services and neonatology of HSFQ. The study cost is approximately 1130 USD and has an estimated duration of 4 months.

Results: From a total sample of 274 patients, 50.4% are NT (Newborn Term) early, 43.4% are full NT and 6.2% are late NT. Similarly, 53.6% of the products are male, while 46.4% are female. Of the total of ultrasounds performed (274), 19% were made by R2 residents, 37.2% by R3 residents and 43.8% by treating physicians. When analyzing the data it was concluded that the Hadlock formula has a minor error (208.4g) compared with the actual weight measured in electronic scale ($p = 0.004$), so that the Warsof with Shepard modification formula exhibits greater degree of error (284.28g) ($p = 0.006$). Male products favored a more accurate measurement ($p > 0.005$) and those who commit fewer errors when performing ultrasounds are treating physicians ($p > 0.005$). A close relationship between each formula and the actual weight measured in electronic scale was observed ($p = 0.0001$).

Conclusions: Obstetrical ultrasound is a useful and reliable tool to predict fairly exactly the weight the product will have before birth, and therefore should remain the main guide when making decisions about the care of the mother and the child. The degree of error in the HSFQ than that reported by the international literatura is only 108.4g, improving the training of medical professionals could correct it. Gender and level of training of sonographers are variables that are not statistically significant on the error prediction. Both formulas are closely related statistically with the actual weight measured in electronic scale.

Keywords: Ultrasound, Weight, Hadlock, Warsof, Shepard, Electronic Scales, Equation, Fetal.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 Introducción:

El monitoreo del crecimiento fetal es un componente estándar de la atención prenatal. Los investigadores han desarrollado varias ecuaciones para estimar el peso fetal en el segundo y tercer trimestre. El peso fetal derivado de estas ecuaciones se compara entonces con distribuciones normalizadas para la edad gestacional para identificar el crecimiento fuera de la normal. Las anomalías del crecimiento fetal se asocian con un mayor riesgo de resultados adversos, esta información a menudo afecta a cómo se gestionarán el embarazo y el parto tanto dentro del círculo familiar como en los servicios de salud (1).

La ecografía suele implicar la medición de varios parámetros biométricos que se incorporan en una fórmula para calcular el peso fetal estimado. Por lo general, se utiliza una combinación de diámetro biparietal, circunferencia de la cabeza, circunferencia abdominal y la longitud del fémur. Las dos fórmulas más populares son de las de Warsof con la modificación de Shepard y la de Hadlock. Estas fórmulas se incluyen en la mayoría de los paquetes de equipos de ultrasonido. (2)

La primera fórmula fue establecida en 1975 por Campbell & Wilkin, está utilizaba una ecuación que requería únicamente la medición de la circunferencia abdominal del bebé para estimar el peso que tendría al nacimiento (2). Posteriormente y en los próximos 10 años se establecen muchas más. La más utilizada actualmente es de Warsof (publicada 2 años después) que igualmente incluye solo la medición de la circunferencia abdominal, pero la que ha sido más adaptada a través del tiempo, es así que en 1985 se publica una nueva fórmula que contenía solamente las dimensiones del fémur (3). Finalmente un año después Hadlock modifica esta fórmula (hasta ese momento la única incluida en las máquinas de ultrasonido) e incluye las tres dimensiones en una sola medición, de esta manera incluye circunferencia abdominal, longitud del fémur y diámetro biparietal (4). Si bien es cierto que otras varias fórmulas se han desarrollado, esta es la más usada en la actualidad, ya que incurre en la menor cantidad de errores aleatorios y en varios

estudios se ha comprobado que es la más acertada al momento de predecir el peso al nacimiento.

El día de hoy la toma de decisiones en todos los centros de atención prenatal y perinatal se basa en la estimación del peso fetal, ya que esta cifra es un efectivo predictor del bienestar del neonato.

Recientemente se ha estipulado que la inclusión del grosor y cantidad de TCS (Tejido Celular Subcutáneo) en el muslo del feto puede mejorar la precisión de la medición. Igualmente el advenimiento de la Ecografía 3D ha ayudado a disminuir el error aleatorio de la fórmula, pero el impacto no ha sido muy preponderante y cabe recalcar que el uso de equipos 3D es más complejo y no se cuenta con las máquinas en todos los servicios de salud, sobre todo en el ámbito público (9) (16).

El Hospital San Francisco de Quito, localizado al norte de la ciudad de Quito pertenece al sistema de salud del IESS, es un centro de atención de segundo nivel con más de 3 años de experiencia, comprometido con la excelencia en la atención de sus pacientes. Cuenta con varias especialidades médicas, entre las que encontramos Medicina Interna, Cirugía General, Cardiología, Traumatología, Pediatría, Ginecología, Neonatología, entre otras. Durante esta investigación nos centraremos en los dos últimos.

El servicio de Ginecología cuenta con un área de Hospitalización, Consulta Externa y Centro Obstétrico, el mismo que atiende un promedio de 250 partos al mes. Por otra parte el servicio de Neonatología cuenta con modernas instalaciones tanto en el área de Cuidados Críticos como en Hospitalización, Alojamiento Conjunto y Consulta Externa, tiene capacidad para albergar 20 pacientes hospitalizados quienes son atendidos por profesionales altamente capacitados.

1.2 Justificación:

Sustentamos el desarrollo de esta investigación ya que permitirá poner en evidencia la validez del uso de ecografía para estimar el peso fetal, con el fin de optimizar las decisiones tomadas en los servicios de salud concerniente a los preparativos y recursos a utilizarse en la atención del recién nacido.

Bien conocemos que la medición del peso fetal mediante ecografía es una herramienta útil y de vital importancia la cual nos ayuda a tomar decisiones en cuanto a preparativos para recibir al recién nacido como la posible vía del parto, insumos y recursos que se utilizarán para su recepción, evaluar el tamaño fetal, detectar trastornos del crecimiento, valorar el estado nutricional, estimar el riesgo de muerte neonatal, entre otros. Hacer una mejor estimación del peso fetal puede mejorar el cuidado del neonato desde su recepción, atención y manejo terapéutico temprano.

Actualmente el gold standard en el monitoreo del bienestar fetal es la ecografía, es un método de bajo costo tanto para el paciente como para los servicios de salud y brinda información confiable; sin embargo es operador dependiente y puede variar de observador a observador lo que hace proclive el método a presentar errores, aun así brinda mejor información que las otras alternativas para monitorear el bienestar del producto.

No debemos olvidar que la evaluación del peso fetal incluye ecuaciones regresivas que han alcanzado el máximo posible de efectividad, y constituyen una eficaz y útil herramienta para todos los servicios de salud.

Finalmente, cabe recalcar que durante el periodo en el que rotamos por estos dos servicios en el hospital San Francisco de Quito, pudimos evidenciar discrepancias entre los resultados del peso exhibido por ecografía con el peso real que obtuvo el neonato posterior al parto medidos mediante balanza mecánica, por lo que ha sido motivo de preocupación por parte de los médicos que conforman el servicio de neonatología, coincidiendo en la necesidad de adquirir un balanza electrónica para obtener una medición de mayor confiabilidad, debido a que, como hemos señalado la conducta terapéutica con el recién nacido depende del peso al nacimiento. Por esta razón creemos que el presente estudio podría identificar situaciones que alteren el resultado entregado con el fin de mejorar la atención de la madre y del niño así como optimizar los recursos invertidos, en este particular caso, en el hospital San Francisco de Quito justificando los propósitos del presente estudio.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIGRÁFICA

1. DEFINICIONES

- **Embarazo Normal:** Estado fisiológico de la mujer que inicia con la fecundación y termina con el nacimiento del producto normal.

- **Embarazo de Alto Riesgo:** Aquel embarazo en el que se tiene la probabilidad o certeza de estados patológicos o condiciones anormales concomitantes con la gestación y el parto que puedan afectar a la madre y al producto.

- **Recién Nacido:** Es el producto de la concepción y el embarazo que se obtiene mediante parto cefalovaginal o cesárea hasta el día 28 de vida.

- **Recién Nacido Prematuro:** Aquel producto de la concepción que nace previo a la semana 37 de gestación, se divide en:
 - **Prematuro Extremo:** Producto menor de 28 semanas de gestación y de 500 a 1000 g de peso.

 - **Muy Prematuro:** Producto entre las 28 y 31.6 semanas de gestación.

 - **Prematuro Moderado:** Producto entre las 32 y 33.6 semanas de gestación.

 - **Prematuro Tardío:** Producto entre las 34 y 36.6 semanas de gestación.

- **Recién Nacido A Término:** Aquel producto de la concepción que nace entre las semanas 37 y 41.6 semanas de gestación, se divide en:

- *A Término Precoz*: Producto entre las 37 y 38.6 semanas de gestación.
- *A Término Completo*: Producto entre las 39 y 40.6 semanas de gestación.
- *A Término Tardío*: Producto entre las 41 y 41.6 semanas de gestación.
- ***Recién Nacido Postérmino***: Aquel producto de la concepción que nace de la semana 42 de gestación en adelante. (39)

Tabla 1: Clasificación del Recién Nacido Según La Edad Gestacional

Semanas															
menor a 28	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Prematuro										A término					Pos término
Extremo	muy prematuro			moderado			tardío			precoz	completo	Tardío		postérmino	
Menor de 27 s 6 días	28 a 31 s 6 días			32 a 33 s 6 días			34 a 36 s 6 días			37 a 38 s 6 días	39 a 40 s 6 días	41 a 41 s 6 días		Mayor a 42	

Fuente: Guía de Práctica Clínica del Recién Nacido Prematuro. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. 1era Edición. 2014

- ***Recién Nacido de Peso Bajo (Hipotrófico)***: Cuando el peso del neonato resulta inferior al percentil 10 en la distribución de los pesos correspondiente a la edad gestacional. Se considera peso bajo con cifras menores a 2500g.
- ***Recién Nacido de Peso Normal (Eutrófico)***: Cuando el peso del neonato se sitúa entre el percentil 10 y 90 en la distribución de los pesos correspondiente a la edad gestacional. Se considera peso normal con cifras entre 2500 y 3500g.

- ***Recién Nacido de Peso Elevado o Macrosomía (Hipertrófico):*** Cuando el peso de neonato se coloca sobre el percentil 90 en la distribución de los pesos correspondiente a la edad gestacional. Se considera peso elevado sobre los 3500g. (41)

2. FUNDAMENTACION TEORICA

2.1 CATEGORIAS FUNDAMENTALES

2.1.1 FISIOLOGIA DEL EMBARAZO NORMAL

En la madre casi todos los aparatos y sistemas sufren cambios, ya sean anatómicos, fisiológicos o bioquímicos e inician poco después de la fecundación. Desde la fecundación del óvulo por parte del espermatozoide, inician una serie de continuos procesos e interacciones entre el producto y su madre que culminaran con el nacimiento de un nuevo ser. El embarazo en el ser humano tiene una duración de 38 semanas (266 días) desde la fecundación o de 40 semanas (280 días) tras la fecha de la última menstruación (FUM). Se considera que un embarazo es a término cuando el parto se produce entre la semana 37 y 41.6; si el producto nace antes se le considera prematuro y si demora más tiempo se lo llama postérmino. (40)

A lo largo de la historia el signo mas frecuente para sospechar de embarazo es el cese de menstruación (amenorrea). Actualmente se puede confirmar un embarazo a través de pruebas de laboratorio para detectar la hormona gonadotropina coriónica humana (β -hCG) ya sea mediante pruebas cualitativas y cuantitativas o pruebas de imagen (ecografía transvaginal) para confirmar un embarazo su viabilidad e implantación del feto. Los periodos en los que se desarrolla el embarazo son:

- ***Fecundación:*** Es le momento exacto en el que el óvulo se une al espermatozoide, suele ocurrir a nivel de las trompas hacia la mitad del ciclo menstrual en un periodo de ventana fértil donde la probabilidad de que ocurra

un embarazo es alta debido a factores biológicos, físicos y bioquímicos. Los espermatozoides llegan por contracciones retrogradas, el 65% de espermatozoides muere en la vagina y el 35% entra en el canal endocervical. Los espermatozoides atraviesan la corona radiada, la zona pelúcida y la membrana ovular para llevar a cabo la fecundación. (40)

- **Blastogénesis:** Este periodo ocupa las dos primeras semanas posteriores a la fecundación. Luego de la unión de óvulo y espermatozoide inicia un periodo acelerado de replicación celular, que llevará al producto de mórula a blastocisto. Este conjunto de células migrará a través de las trompas hasta la cavidad uterina al 7mo día, donde debe estar preparado un ambiente ideal para la implantación y desarrollo del embrión y sus membranas. El embrión se implanta en el tercio superior del útero en la decidua fúndica que se caracteriza por ser más gruesa, vascularizada, glandular y ser rica en nutrientes. En este periodo es cuando ocurre la gran mayoría de abortos espontáneos. (40)
- **Periodo Embrionario:** Este periodo va desde la semana 2 a la semana 10 cuando culmina la organogénesis. Es el momento de mayor riesgo para la presentación de malformaciones congénitas. (40)
- **Periodo Fetal:** Va desde la semana 11 hasta el nacimiento y se caracteriza por el crecimiento y maduración del feto y de sus diferentes órganos. (40)

Membranas fetales

Al inicio del 8vo día, el blastocisto esta cubierto por una capa gruesa, el trofoblasto, este presenta abundantes vellosidades coriónicas y se divide en citotrofoblasto (capa interna) y sincitiotrofoblasto (capa externa). Hay una implantación parcial en la pared uterina que se irá completando en los próximos días. (42)

El sincitiotrofoblasto provoca una destrucción de las células deciduales y de los capilares sanguíneos del útero, facilitando así la invasión por parte de citotrofoblasto y el blastocisto. El sincitiotrofoblasto en este punto es el principal regulador del transporte y de síntesis de hormonas placentarias como la β -hCG, el lactógeno placentario y varias hormonas esteroideas. El inicio del intercambio materno fetal se da a la tercera semana de gestación al tener unas vellosidades coriónicas maduras que en conjunto forman cotiledones. (42)

De la misma manera que el trofoblasto, el blastocisto sufre de divisiones, necesarias para el desarrollo de las membranas fetales y estructuras que darán a lugar a órganos embrionarios. Entonces obtenemos una capa interna o hipoblasto y una capa externa o epiblasto. De este último nacerá la cavidad amniótica y células llamadas amnioblastos que colaborarán en el revestimiento dicha cavidad y producirán líquido amniótico. (42)

Hacia el día 9, el hipoblasto forma una membrana excelómica que reviste al citotrofoblasto, esta membrana constituirá junto a células del hipoblasto el saco vitelino primitivo. Posteriormente, en el día 10, el blastocisto ha entrado por completo en la pared uterina y el sincitiotrofoblasto erosiona el revestimiento endotelial del útero para dar paso a los sinusoides de donde nacerá la red de circulación útero – placentaria. (42)

En el día 13, células provenientes del citotrofoblasto migrarán hacia el sincitiotrofoblasto y generaran protrusiones hacia los sinusoides, estas nuevas estructuras darán a lugar a las vellosidades coriónicas. Igualmente, nuevas células nacen del hipoblasto y se dirigen a la membrana excelómica, aquí se reproducen y forman finalmente el saco vitelino definitivo. Cabe recalcar que el saco vitelino desaparecerá solo a la semana 10 para ser reemplazado por el amnios. (42)

Con el pasar de los días estas estructuras dan origen a las membranas fetales principales que son:

- **Amnios:** Proveniente de la cavidad amniótica y los amnioblastos, esta membrana recubrirá al embrión y feto durante su desarrollo. Desde su formación crece paulatinamente y ocupa el lugar del saco vitelino (que se podría decir realiza la misma función del amnios, pero en etapas más tempranas). Sus funciones específicas las cumple junto con el líquido amniótico y son:
 - Proteger al feto de lesiones externas
 - Amortiguar golpes y movimientos bruscos
 - Permitir el libre movimiento del feto para así favorecer el desarrollo musculo – esquelético.
 - Mantener una temperatura óptima para el desarrollo y crecimiento.
 - Favorecer el desarrollo de los pulmones. (42)

- **Corion:** Es la membrana externa y recubre al amnios. Tiene el mismo origen que las vellosidades coriónicas, por lo que se encuentra en estrecha relación con la placenta. Brinda protección extra a las estructuras fetales. (42)

- **Placenta:** Es la estructura encargada de llevar a cabo el intercambio materno – fetal durante el embarazo. Concluye su formación alrededor de la semana 20. Su origen viene de la unión de varias vellosidades coriónicas, que forman cotiledones, mismos que al formar un conjunto dan lugar a la placenta. Para este momento del embarazo, las vellosidades están profundamente implantadas en la pared uterina, por esta razón la placenta es el órgano encargado de todas las interacciones entre madre y feto. Entre las funciones de la placenta están:
 - Intercambio de sustancias (O₂, CO₂, nutrientes, proteínas, inmunoglobulinas, desechos, entre otras) entre madre y feto.
 - Producción y regulación de hormonas que hacen posible el embarazo hasta su final.

- Barrera de protección contra patógenos que quieran afectar al feto.
(42)

Cambios Maternos en el Embarazo:

Como se ha mencionado, varios aparatos y sistemas de la madre sufren una serie de modificaciones durante el embarazo, a continuación mencionaremos algunos de los cambios más importantes:

- ***Cardiovascular:*** A este nivel se observa:
 - Aumento del volumen vascular
 - Descenso de la presión arterial en los dos primeros trimestres para luego aumentar, de manera fisiológica, en el tercer trimestre.
 - Aumento de la presión venosa en pelvis y piernas.
 - Disminución de la resistencia vascular
 - Aparición de soplos sistólicos
 - Taquicardia (38)
- ***Hematopoyético:*** Observamos:
 - Anemia
 - Leucocitosis, sin desviación del eje a ala izquierda
 - Estado de hipercoagulabilidad dado por aumento en los factores de coagulación y disminución de la actividad fibrinolítica. (38)
- ***Renal:*** Entre los cambios principales a este nivel tenemos:
 - Incremento de la filtración glomerular
 - Valores de urea y creatinina bajos
 - Retraso de la eliminación urinaria

- Incontinencia Urinaria (38)
- **Digestivo:** A este nivel observamos:
 - Estreñimiento
 - Pirosis
 - Reflujo Gastrointestinal
 - Hipotonía Vesicular
 - El hígado reduce su producción de proteínas transportadoras y de colinesterasa lo que lleva a un aumento del colesterol, triglicéridos y fosfatasa alcalina. (38)

2.1.2 DESARROLLO Y CRECIMIENTO FETAL:

Durante el embarazo la población celular del feto a término se ha multiplicado hasta 42 veces, lo que representa un aumento de hasta 17.000 veces su diámetro y 25 millones de veces su masa en comparación con el momento de la concepción. (40)

Este crecimiento fetal sigue una curva exponencial, siendo lento hasta la semana 16, acelerado hasta la semana 38 y nuevamente lento hasta el nacimiento; este crecimiento se produce en dos periodos:

- **Periodo de Crecimiento Rápido en Talla:** Se da entre las semanas 10 y 28 del embarazo, en la que hay una extensa proliferación celular, con escasa variación del peso. Entre las semanas 12 y 20 la talla aumenta en un promedio de 5 cm/mes. (40)
- **Periodo de Aumento de Peso:** Esta ocurre desde la semana 28 hasta el parto, se caracteriza por una extensa hiperplasia celular. En el último trimestre el

feto ganara 700 g/mes. En promedio los pesos fetales serán: 500g a las semana 20, 1000g a la semana 28 y 3000g al nacimiento. (40)

2.1.2.1 Factores del crecimiento fetal

- **Control Genético:** Es el principal factor que interviene en el crecimiento hasta la semana 24, ya que ciertas alteraciones cromosómicas pueden cursar con alteración del desarrollo. En este punto, las células sexuales masculinas intervienen en el crecimiento ya que los fetos masculinos suelen pesar 150 g más que los fetos femeninos. (40)

- **Control Exógeno:**
 - *Factores Maternos:* Patologías como la diabetes gestacional, el hipertiroidismo, entre otros favorecen a un crecimiento excesivo del feto. De la misma manera, la mala perfusión uterina, el tabaquismo, la desnutrición, la hipoxemia y las malformaciones uterinas pueden llevar a una restricción del crecimiento.

 - *Factores Placentarios:* El desequilibrio hormonal a nivel de la placenta puede llevar a alteraciones; el exceso de prolactina o niveles bajos de β -hCG pueden provocar afectaciones del crecimiento.

 - *Factores Fetales:* La presencia de alteraciones cromosómicas, malformaciones de aparatos y sistemas (en especial digestivo y renal) y el oligohidramnios pueden repercutir seriamente sobre el crecimiento. (40)

2.1.2.2 Desarrollo General.

La regulación de la fisiología de los órganos dependen más del genoma materno que del genotipo. Los genes que más intervienen en el crecimiento trofoblástico, y van a proporcionar la formación de la placenta, son los que definen la síntesis de los

factores de crecimiento tipo insulina I y II, de modo que la eliminación de dichos genes determina la restricción del peso fetal entre el 30 y 60%. (34)

Existen varios factores importantes involucrados en el crecimiento fetal y el desarrollo de sus funciones.

Tabla 2: Factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo fetal.

Factores maternos:	
1	Nutrición general.
2	Concentración plasmática de nutrientes.
3	Flujo placentario.
4	Salud general.
5	Tamaño del útero.
Factores placentarios:	
	<ul style="list-style-type: none"> • Arquitectura de la placenta. • Interferón del producto de la concepción. • Gonadotropina coriónica. • Miembros de la familia del gen de la somatotropina. • Prolactina. • Lactógeno placentario. • Somatotropina humana. • Factores transportadores de nutrientes
Factores fetales	
	<ul style="list-style-type: none"> • Numero de fetos. • Genética. • Salud general • Insulina y otros factores del crecimiento. • Transportadores de nutrientes. • Concentración plasmática de nutrientes

Fuente: Timothy RH, Ragnault SW, Limesand P, hay WW. Factores que influyen sobre el crecimiento fetal. *Pediatr Rev.* 23:302-10

- ***Sistema Nervioso Central.***

El desarrollo neurológico es menos completo que el de otros sistemas, pero sus mecanismos reguladores están listos para asumir las funciones vitales. Desde la 8va semana existen signos de actividad neurológica como reacciones musculares ante algún estímulo, a las 12 semanas la cabeza se dirige hacia la fuente del estímulo, hacia las 12.3 semanas se inicia el reflejo de prensión que estará bien desarrollado a las 27 semanas y el reflejo de moro hacia la semana 25. Los hemisferios cerebelosos empiezan a formarse a las 12 semanas, los cerebrales a la vigésimo cuarta semana y poco antes de la cuadragésima tiene una forma semejante a la del adulto. Las circunvoluciones fetales y la diferenciación de la sustancia gris y blanca se completan al final de la gestación. La mielinización de los nervios periféricos y medula ósea va madurando en sentido céfalo-caudal desde la semana 28 y está casi completa a la semana 36. (41)

- ***Sistema Respiratorio.***

A las 18 semanas existen movimientos respiratorios pequeños, pero es la placenta la que efectúa la función de intercambio gaseoso. El pulmón se forma entre las 4 y 8 semanas de gestación. Hacia el día 24 aparece un divertículo revestido de epitelio endodérmico que formara el revestimiento epitelial del aparato respiratorio. Al 28vo día se desarrolla el árbol bronquial y gradualmente se forman los lóbulos pulmonares. El mesénquima alrededor de los bronquios se diferencia en musculo, tejido conjuntivo y placas cartilaginosas. El mesénquima celular forma el tejido elástico de la pleura y de los tabiques pulmonares. (42)

El pulmón tiene tres etapas de crecimiento:

1. *Etapa Pseudo-glandular:* Va hasta la semana 16 de gestación, en este periodo se establecen ramificaciones bronquiales pero no hay respiración.
2. *Etapa Canicular:* Empieza en la semana 16 y en la que la principal característica es la vascularización del pulmón.

3. *Etapa Alveolar*: Va desde la semana 24 de gestación hasta el periodo posnatal, en este periodo el aparato respiratorio se diferencia bien, se forman los alveolos primitivos que se encuentran al nacer pero no son los definitivos.

Al nacimiento el pulmón se encuentra con líquido pulmonar y la aireación reemplaza el líquido en aire. El surfactante pulmonar impide que el pulmón colapse durante la espiración y permite que el pulmón vuelva a inflarse, esta sustancia se produce en las células alveolares tipo II entre las 22 y 24 semanas de gestación, cuando aparece el sistema enzimático de la metil- transferasa, el cual produce lectina que es lábil y puede ser inhibido por la hipoxia, a las 35 semanas tenemos un pulmón maduro bioquímicamente debido a que aparece el sistema de la fosfolina transferasa que es de mayor estabilidad y de mayor importancia en la producción de lectina. (42)

- ***Sistema Circulatorio.***

Alcanza su forma final entre las 8 y 12 semanas de gestación, el gasto cardiaco moviliza alrededor de 200ml/kg/min para compensar la pO₂ baja del feto. La sangre que se oxigena en la placenta llega al feto por la vena umbilical con una Sat O₂ del 85% con una PCO₂ baja y un PH normal. Por la vena umbilical se dirige al hígado y a la vena cava inferior pasando por el ductus venoso, a nivel del septo interauricular el flujo sanguíneo se divide en dos, el torrente mayor pasa al lado izquierdo del corazón por el foramen oval, entra a la aorta ascendente desde el ventrículo izquierdo y el torrente menor pasa al ventrículo derecho. La sangre que retorna de la cabeza por la vena cava superior con una Sat de O₂ de 25% pasa a la aurícula derecha y al ventrículo derecho, donde se bombea el 10% por la arteria pulmonar y el resto pasa a través del ductus hacia la aorta descendente con una Sat O₂ del 50% de aquí la sangre se dirige a la placenta para reiniciar el ciclo. (38)

En el nacimiento al cerrarse las venas umbilicales aumenta la resistencia vascular periférica y al iniciarse la respiración se eleva la presión del flujo sanguíneo pulmonar, baja la presión del lado derecho del corazón y aumenta la presión auricular izquierda que induce al cierre del foramen oval. El cierre del ductus arterioso tarda entre 10 horas y 2 días. (38)

- ***Sistema Digestivo.***

Desde las 12 semanas existen movimientos de deglución. A las 17 semanas de gestación el labio mayor protruye cuando el área bucal es estimulada, a las 20 semanas de gestación se observa movimientos de deglución, a las 23 semanas el feto deglute líquido amniótico a una velocidad de 5ml/kg/h cantidad que en feto a término aumenta a 500ml/kg/día.

La función del tracto intestinal la estimula el factor de crecimiento epidérmico presente en el líquido amniótico. El estómago se empieza a formar desde la 4ta semana, las glándulas gástricas maduran a las 28 semanas. La bilis se forma a partir de la semana 12. El meconio es el contenido intestinal y su cantidad está entre 60 y 200g; está presente desde la semana 16, esta forado por el epitelio descamado de la piel y de la mucosa del tubo digestivo, sustancias grasas, bilis, secreciones pancreáticas e intestinales, lanugo y residuos del líquido amniótico deglutido. (41)

Desde el segundo trimestre de vida intrauterina se encuentran enzimas digestivas como ptialina, renina, pepsina, tripsina y otras; la función pancreática está bien desarrollada desde la semana 32. En las velocidades intestinales se encuentran las siguientes enzimas: maltasa, isomaltasa, lactasasa, sacarasa, fosfatasa alcalina entre otras. La lactasa y las lipasas alcanzan niveles normales al final de la gestación. (41)

- ***Sistema Renal.***

A la novena semana, 20% de los glomérulos están maduros histológicamente y la nefrogénesis se completa alrededor de la semana 35 de gestación. El riñón fetal funciona desde el tercer mes de vida pero hasta ese momento el mayor órgano excretor es la placenta. El flujo renal aumenta progresivamente, la excreción de agua es de 15-350 ml/Kg/día, el feto tiene poca habilidad para retener Na por lo que lo que los requerimientos de sodio es de 5mEq/kg/día debido a una baja sensibilidad de los túbulos por el Na. Tiene una filtración glomerular limitada y un flujo disminuido. (42)

- ***Sistema Hematopoyético.***

A los 19 días existen formaciones sanguíneas en el saco vitelino; luego se ven islotes sanguíneos en el mesodermo y un poco después se inicia la formación de sangre en el hígado, el cual tiene el papel de órgano hematopoyético principal desde el tercero hasta el sexto mes de vida intrauterina y continua produciendo elementos sanguíneos hasta la primera semana postnatal. A la semana 28 de gestación existen islotes de hematopoyesis en los riñones, hígado, bazo, medula ósea y glándulas suprarrenales. La medula ósea es rica en células pero su superficie es reducida por lo que la producción de sangre es escasa por lo que se produce anemia fisiológica; empieza su hematopoyesis entre el cuarto y el quinto mes de vida fetal, la cual adquiere más importancia a partir del mes siguiente. En el nacimiento la hemoglobina suele bajar y la producción de eritropoyetina esta disminuida.

Desde la séptima semana se observa producción leucocitaria en el hígado, linfáticos y el mesenterio; aumenta significativamente cuando la medula espinal actúa a partir del sexto mes fetal. Los linfocitos empiezan a formarse en los plexos linfáticos entre la octava y la novena semana en el timo y a la duodécima en los ganglios linfáticos. (41)

- ***Sistema Inmunológico.***

A partir de los tres meses el feto tiene capacidad de formar plasmocitos capaces de sintetizar todas las inmunoglobulinas y desarrollar hipersensibilidad tardía, una concentración alta de IgM en la sangre del cordón sugiere una infección prenatal. El feto obtiene IgG por transferencia pasiva a través de la placenta a partir del cuarto mes de vida fetal. Se detecta IgM en fetos a las 10 semanas, IgG a las 12 e IgA a las 30. En general, todas las funciones inmunitarias del feto se encuentran deprimidas y la mayoría no alcanza a madurar en la vida fetal. A excepción de IgG que es primordialmente materna, el número absoluto de leucocitos y prácticamente todos los componentes del sistema inmunitario son deficientes al momento del nacimiento, lo que explica la gran susceptibilidad del neonato a las infecciones. (42)

- ***Sistema Metabólico y Endócrino.***

Una parte importante del metabolismo fetal lo ejerce la placenta, como la síntesis y depuración de sustancias, por lo que el feto si nace prematuro tiene ciertas deficiencias, entre las más sobresalientes están la síntesis escasa de albumina, protrombina, hemoglobina y otras proteínas importantes. El cortisol, la prolactina son otras de las sustancias cuyas concentraciones aumentan a lo largo de la vida fetal. (42)

- *Tiroides:* Se origina durante la tercera semana como un divertículo del piso faríngeo que rápidamente se lobula y desciende al cuello; a las 8 semanas de gestación ocupa su sitio permanente. Las hormonas tiroideas se pueden medir a la semana 12 de gestación. El desarrollo tiroideo y su funcionamiento se estudian mejor con ultrasonido y pruebas en sangre del cordón umbilical. (42)
- *Higado:* La formación hepática de sangre se inicia al cuarto mes; desde la semana 16 se acumula glucógeno que aumentan hasta las 40 semanas cuando superan las concentraciones del adulto, pero se consumen en el posparto. Al final de la gestación se almacenan sustancias como las vitaminas liposolubles A y D. La capacidad hepática total para unir la bilirrubina a la ligandina aumenta en relación directa a la edad gestacional. En el feto la bilirrubina no se conjuga fácilmente por la deficiencia enzimática y tampoco se desarrolla completamente la capacidad de excretar bilirrubina desde la célula al canalículo. La bilirrubina pasa de la mucosa del intestino a la sangre, y es depurada finalmente por la placenta. (42)
- *Suprarrenales:* El desarrollo de las suprarrenales comienza a la 7ma semana y a la 8va semana son más grandes que los riñones; a la 26 semana tienen la mitad del tamaño de estos y a la 40 equivalen a la tercera parte; sin embargo, en estos momentos son entre 10 y 20 veces más grandes que las suprarrenales del adulto. Este crecimiento excesivo parece ser debido a una producción alta de hormona adenocorticotropa (ACTH) por la hipófisis fetal.

- *Páncreas*: Desde la 11va semana fetal existe insulina que va aumentando a medida que avanza la edad gestacional. Las células pancreáticas empiezan a aparecer desde la 9na semana. Durante la vida fetal las células α son más numerosas que las células β , y sus concentraciones se equilibran al terminar la vida fetal. (42)

2.1.3 PESO FETAL

El crecimiento y el desarrollo fetal como mencionamos anteriormente tienen una alta complejidad estructural y funcional. Cualquier influencia adversa sobre este proceso puede tener consecuencias en el feto, esto dependerá de las características y de la causa para la magnitud del daño. Dos indicadores del crecimiento fetal son la duración de la gestación y el peso del neonato para su edad gestacional. (40)

La nutrición del feto como hemos mencionado se logra a partir de la placenta, por lo que la madre necesita una dieta correcta y reservas nutricionales. En un embarazo normal la ganancia de peso debe ser gradual con una ganancia final de peso de aproximadamente 14 kg, se produce una reserva mayor de grasa del 30-40 % por encima de lo normal por lo que el feto depende de una adecuada nutrición. (40)

Este control del peso es de suma importancia por lo que en los controles prenatales debemos hacer una correcta valoración y seguimiento de la ganancia de peso materno, las mujeres con mala nutrición presentan un alto índice de muertes neonatales. (40)

La adolescencia es un factor de riesgo para que las mujeres gestantes tengan productos de peso bajo. En Ecuador dos de cada tres adolescentes de 15-19 años sin educación son madres; siendo un grupo de riesgo por presentar requerimientos de nutrientes insuficientes para satisfacer las demandas fetales. (40)

Los embarazos no deseados, es otro factor de riesgo para presentar peso bajo al nacimiento ya que generalmente un embarazo que no es deseado es ocultado por lo

que no se realiza controles obstétricos, comúnmente se presenta el uso de fajas produciendo una limitación en el desarrollo normal del feto. (40)

La mortalidad perinatal se correlaciona más con el peso al nacer que con el tiempo de gestación; por ello, se considera que si se lograra mejorar el peso al nacer se reduciría la mortalidad de los recién nacidos. Una inadecuada ganancia de peso durante la gestación es la que, en mayor proporción, eleva el riesgo de niños con bajo peso al nacer. (40)

La medición del peso fetal es una herramienta muy útil y de vital importancia la cual nos ayuda a tomar decisiones en cuanto a preparativos para recibir al recién nacido. Debemos determinar la posible vía del parto, insumos y recursos que se utilizarán para su recepción, evaluar el tamaño fetal, detectar trastornos del crecimiento, valorar el estado nutricional, estimar el riesgo de muerte neonatal, entre otros. Hacer una mejor estimación del peso fetal puede mejorar el cuidado del neonato desde su recepción, atención y manejo terapéutico temprano. A continuación nombraremos rápidamente las herramientas que tenemos para evaluar el peso fetal.

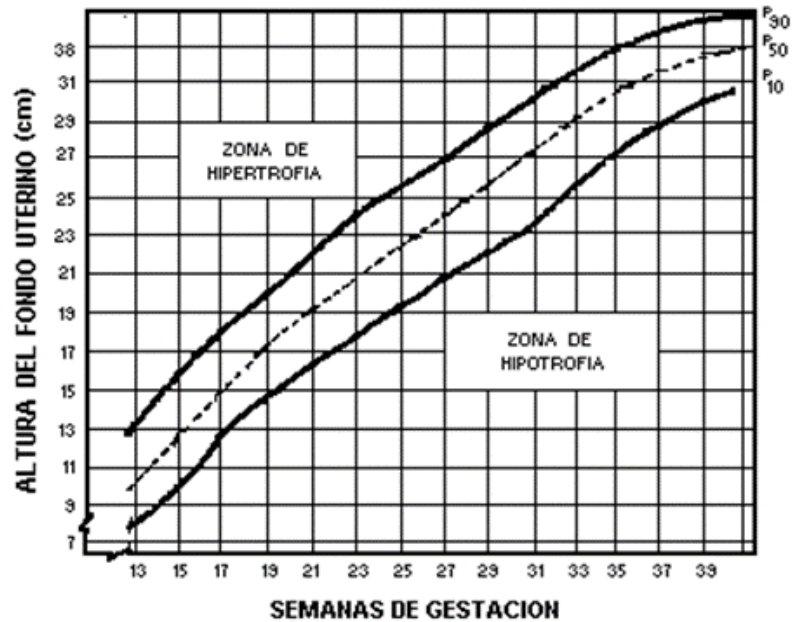
2.1.3.1 Peso Fetal Estimado Por Clínica

Los métodos clínicos que sirven para evaluar el desarrollo intrauterino están basados en la historia clínica, como son la fecha de la última menstruación (FUM), la fecha estimada del parto (FPP), y el examen físico.

El útero en condiciones normales pesa aproximadamente 70g y tiene 10ml de volumen, durante el embarazo el peso es de aproximadamente 1100 g y tiene de 25 a 50 veces más de volumen. Por esta razón la medición de la altura del fondo uterino es una herramienta bastante utilizada en la práctica clínica; su sensibilidad es de 86% y la especificidad de 91%. El crecimiento se ve reflejado en su determinada edad gestacional. (40)

El Centro Latinoamericano de Perinatología y Desarrollo Humano (CLAP-OPS/OMS) ofrece tablas para evaluar el crecimiento fetal mediante la medición de la altura uterina desde las 13 hasta las 40 semanas de gestación. (40)

Grafico 1: Altura del Fondo Uterino Según la Edad Gestacional



Fuente: FESCINA, RN y COLD; 1990

Para efectuar la medición de la altura del fondo uterino, es necesario que la gestante se encuentre en posición. Su medición se realiza con una cinta métrica flexible. La cual se toma desde el pubis has el fondo uterino. (40)

Las maniobras de Leopold son un método clínico que permiten determinar mediante palpaciones abdominales la presentación, situación y posición del feto. Fueron descritas en 1894 por Christian Leopold y Spodin. Y aunque sirve para orientarnos en la evaluación del desarrollo fetal tiene otro enfoque en su interpretación. (40)

2.1.3.2 Peso fetal mediante fórmulas clínicas.

En 1954, Johnson y Toshach propusieron un método clínico de estimación del peso fetal aplicando una fórmula de constantes, que resultó del estudio de 200 casos, con un resultado en la variación del peso fetal de ± 353 g en 68% de los recién nacidos vivos. Existe poca información publicada acerca de métodos clínicos confiables para calcular el peso fetal; además, se desconoce la confiabilidad del método de Johnson - Toshach como factor pronóstico del peso fetal en nuestra población. (36)

2.1.4 ECOGRAFIA OBSTETRICA

La ecografía se desarrolló a mitad del siglo XX, es un examen seguro y de gran beneficio para los profesionales de la salud, actualmente es uno de los métodos diagnósticos más utilizados en el campo de gineco-obstetricia para el monitoreo del correcto crecimiento y desarrollo fetal. Se basa en el uso de ondas sonoras mecánicas superiores a los 20000 Hz de frecuencia, misma que no puede ser percibida por el oído humano, para proyectar imágenes a partir de un transductor que emite y recibe la señal permitiéndonos ver al feto en tiempo real.

Al ser un método que utiliza ondas mecánicas en vez de ionizantes, permite su uso en pacientes embarazadas ya que no representará ningún daño para el feto en el desarrollo. Desde que se usó por primera vez en el año 1942, ha ido mejorando y cambiando con el paso del tiempo. Actualmente contamos con diversas variantes de la ecografía (2D y 3D, Transvaginal y Transabdominal, entre otros.) y ha dejado de ser solamente una herramienta diagnóstica, sino que se ha convertido en opción terapéutica para varias patologías. (34)

Como mencionamos previamente, la ecografía utiliza ondas sonoras para proyectar la imagen, a continuación revisaremos algunas propiedades del sonido que permiten a este mostrar los diferentes tejidos del cuerpo:

- **Velocidad:** Se refiere a una onda no energética del sonido. La velocidad dependerá estrictamente de la superficie por la que el sonido transite, entonces será lenta en el aire, más rápida en los líquidos y tejidos corporales y alcanzará su máxima velocidad en los sólidos. Esto es importante sobre todo al momento de seleccionar al ECO como método diagnóstico ya que hay situaciones (como la obesidad) que provocan variaciones en la imagen. Cabe recalcar que la temperatura corporal también influye en la velocidad del sonido, siendo más lento en altas temperaturas. (34)

Tabla 3: Velocidad del Sonido en Distintas Sustancias

Material	Velocidad (m/s)
Aire	331
Grasa	1.450
Agua 50 °C	1.540
Tejidos blandos humanos	1.540
Cerebro	1.541
Hígado	1.549
Riñón	1.561
Sangre	1.570
Músculo	1.585
Cristalino	1.620
Tendón	1.650
Hielo	3.152
Hueso craneal	4.080
Bronce	4.490
Aluminio	6.400
Diamante	12.000

Fuente: Walker Francis MD. Principios Básicos de Ecografía. Capítulo 1. Editorial Elsevier. Madrid 2012.

- ***Detección del Rango de Ultrasonido:*** Los ecógrafos actuales incluyen en su configuración fórmulas que permiten la formación de la imagen en todos sus componentes (longitud, espesor, ancho). Estas fórmulas realizan una sumatoria de todas las ondas de ultrasonido disparadas y devueltas al transductor, ya que cada una de dichas ondas golpeará y se refractará en los tejidos proporcionando datos sobre sus dimensiones. De esta manera se obtendrán mediciones más precisas de los elementos más superficiales. La velocidad del sonido afecta la percepción de la imagen tanto en su área como en su volumen, por esta razón en ciertas situaciones diferentes del embarazo, tanto la TC (tomografía computarizada) como la RM (resonancia magnética) pueden aportar mayores y mejores datos. (34)
- ***Atenuación:*** Se refiere a la reducción de la intensidad del sonido a medida que este atraviesa los tejidos corporales. Parte de la energía proveniente del sonido se perderá debido al grosor de los tejidos así como la capacidad de absorción que estos posean. Las composiciones de las fibras musculares determinarán la variación de la atenuación del sonido. Si bien esta propiedad puede alterar ciertos elementos de la imagen, su mayor repercusión es en la aplicación terapéutica del ultrasonido. (34)
- ***Dispersión:*** Se refiere a la transmisión multidireccional del sonido y la reflexión de este al momento de chocar con una superficie rugosa o de mayor espesor. Este fenómeno provoca una pérdida parcial de las ondas sonoras lo que a la larga genera presencia de imágenes extrañas en la ecografía (cambios de brillo, presencia de patrón moteado) alterando la imagen final. (34)
- ***Enfoque:*** Esta propiedad permite la convergencia de varias ondas sonoras en un solo punto. Gracias a los modernos transductores que poseemos actualmente, es posible converger todas las ondas de ultrasonido en algún punto de interés para el examinador. Esto favorece la resolución de la imagen final. (34)

Como hemos revisado en párrafos anteriores, las propiedades físicas del ECO permiten que el sonido genere imágenes visibles para el examinador. Esto se logra a través de los equipos de ecografía que son resultado de una compleja integración de la electrónica digital de alta velocidad, mismos que están compuestos de:

1. Un medio mecánico o electrónico para mover la señal de ultrasonido a través del plano de la imagen (Transductor).
2. Una unidad que procese la señal electrónica con controles para cambiar la potencia de salida del transductor y otros parámetros operacionales (Panel de Control).
3. Una unidad de visualización en escala de grises, equipada para cambiar brillo y contraste de la imagen (Pantalla o Monitor).
4. Un equipo de grabación permanente, como una videograbadora o una impresora Polaroid (Disco duro o Impresora). (35)

A continuación hablaremos brevemente de las características de estos componentes:

- **Transductor:** Es el elemento encargado de transformar un tipo de energía en otra, recibe un impulso de energía eléctrica y lo transforma en onda sonora que será disparada hacia los tejidos y luego recibirá el ECO para volver a convertir el impulso sonoro en eléctrico y devolverlo al equipo. Las frecuencias que emite el transductor van de 3.5 MHz a 10 MHz con grados de enfoque corto (1-4cm), medio (4-8cm) y largo (6-12cm). Varios elementos piezoeléctricos y electrodos hacen posible dicha función por parte del transductor. (35)
- **Panel de Control:** Este será el encargado de recibir la señal del transductor y de modificar los parámetros bajo los que operará el equipo. En su interior

cuenta con electrodos de diferente naturaleza que los del transductor, estos se encargaran de recibir el impulso eléctrico y convertirlo en luminoso para proyectar la imagen hacia el Monitor. (35)

- **Monitor:** El día de hoy contamos con equipos de tecnología LED que hacen posible modificar las escalas de grises con el fin de facilitar la visualización de la imagen por parte del examinador. (35)
- **Disco Duro o Impresora:** Son elementos encargados de almacenar la información o imprimirla en papel con fines de registro y posterior evaluación por otro médico. En dicho registro debe constar: la imagen grabada, identificación del paciente, fecha de exploración e información referente al estudio. (35)

2.1.5 UTILIDAD DIAGNÓSTICA DE LA ECOGRAFÍA

La ecografía constituye el método diagnóstico de elección durante el embarazo. La OMS recomienda hacer tres exploraciones como mínimo durante la gestación. Los tres controles recomendados son:

- **Ecografía del Primer Trimestre:** Se realiza entre las 8 y 13 semanas de embarazo y pretende cumplir los siguientes objetivos:
 - Confirmación de gestación intrauterina.
 - Determinación de la edad gestacional con la máxima precisión mediante el uso de LCC (ver longitud cráneo-caudal).
 - Vitalidad del embrión.
 - Detección de gestación múltiple y gestación molar.
 - Valoración de la morfología uterina y de los anexos.
 - Detección de los marcadores de cromosomopatías que son: la presencia de translucencia nucal $> 3\text{mm}$, presencia de higroma

quístico, alteraciones del flujo sanguíneo en el ductus venoso, valoración de la presencia del hueso nasal y morfología alterada de la vesícula vitelina.

- *Ecografía del Segundo Trimestre:* Se realiza entre las 18 y 20 semanas de gestación, ya que por el tamaño fetal y la abundancia de líquido amniótico es el mejor momento para realizar un diagnóstico morfológico. Sus objetivos son:
 - Confirmación de la viabilidad fetal.
 - Biometría fetal (ver capítulo posterior).
 - Anatomía fetal y diagnóstico de malformaciones: en este punto solamente se pueden diagnosticar las alteraciones de sistema nervioso central (SNC), renales, respiratorias y digestivas. Las cardiopatías y las malformaciones faciales son de difícil detección en este momento.
 - Valoración de cordón, placenta y volumen de líquido amniótico.

- *Ecografía del Tercer Trimestre:* Este se realiza entre las 32 y 36 semanas de gestación y valora fundamentalmente las alteraciones del crecimiento fetal y las anomalías que no se podían detectar en el anterior trimestre. La LF es el parámetro que mejor estima la edad gestacional en este momento de la gestación. El principal objetivo es:
 - Identificar los fetos pequeños para la edad gestacional: constitucional (80-85%), anómalo (5-10%) y la restricción de crecimiento intrauterina (RCIU) (10-15%). (38)

2.1.5.1 Diagnóstico Ecográfico de las Malformaciones Congénitas

Los primeros trabajos sobre la identificación prenatal de las malformaciones congénitas por ecografía fueron publicados en 1961 donde se documentaron tres casos de fetos anencefálicos.

El principio fundamental del diagnóstico de las malformaciones congénitas por ecografía es la identificación de una desviación de la anatomía fetal normal, la detección se realiza mediante uno de los siguientes:

1. Ausencia de una estructura anatómica normal.
2. Alteración en el contorno, forma, localización, características ecográficas o el tamaño de una estructura anatómica normal.
3. Presencia de una estructura anormal.
4. Biometría fetal anormal.
5. Movimiento fetal anormal. (37)

El reconocimiento ecográfico de las malformaciones congénitas ha mejorado gracias a los avances en resolución ecográfica, el advenimiento de las sondas transvaginales, la tecnología Doppler color, y las técnicas de imagen en 3D; aunque las diferencias entre el cuerpo de la madre, la posición fetal y la experiencia del examinador puede impedir la detección de anomalías leves. (37)

Mediante las ecografías del primer y segundo trimestre se pueden detectar hasta el 80% de las malformaciones fetales. La ecografía transvaginal en el primer trimestre, específicamente en la semana 13 de gestación, detecta hasta el 60% de las malformaciones. De la misma manera la ecografía del segundo trimestre aporta con el 20% de las detecciones. En varios estudios realizados se ha comprobado que el ultrasonido tiene una sensibilidad del 60 al 80 % y una especificidad del 91 al 100% para detección de alteraciones del desarrollo. (37)

Con respecto a las malformaciones cardíacas se estima que en el Ecuador 0.8 al 0.9% de nacidos vivos tienen algún tipo de cardiopatía congénita; y 20 al 30% de las muertes perinatales son atribuidas a enfermedades cardíacas.

2.1.6 BIOMETRIA FETAL:

En la literatura encontramos diversas tablas y nomogramas que describen el crecimiento normal de diversos parámetros fetales, entre ellos el diámetro biparietal (DBP), los diámetros abdominales (CA), la longitud del fémur (LF) y las órbitas. Algunas de estas tablas se basan en principios matemáticos. (36)

Antes del desarrollo de la ecografía, la biometría fetal se obtenía mediante técnicas radiológicas, con el advenimiento del ultrasonido se pudo realizar una medición exacta de los huesos y los tejidos blandos del feto con mayor rapidez y sin el uso de radiación ionizante. (36)

El crecimiento fetal durante el embarazo es tan acelerado al punto que parámetros como el DBP y la LF cambian de una semana a otra. Por esta razón la ecografía obstétrica se ha convertido en una herramienta vital para la evaluación temprana del desarrollo, crecimiento y presencia de posibles anomalías en el feto, disminuyendo las cifras de morbilidad. (36)

Mediante una serie de estudios transversales, realizados a pacientes una historia menstrual bien establecida, se ha podido establecer los valores de media y límites superior e inferior que debe tener el feto para determinar que se encuentra dentro de la normalidad para su edad gestacional. (36)

Cabe recalcar que para una medición efectiva se requiere de varios componentes:

- ***Momento pre parto en el que se realiza la medición:*** Al ser una variable difícil de determinar con exactitud, pues el momento del parto no siempre es exacto, no es tomada muy en consideración. Sin embargo en varios estudios se ha confirmado que el mejor momento para realizar el eco es entre el día 3 y 7 previo al parto (6).

- **Persona que realiza el estudio:** Como ya es conocido, el ultrasonido en todos sus usos es un estudio de imagen operador dependiente, sin embargo el error entre examinadores ha sido reducido a menos del 6%, y menos de 100 gr de diferencia entre cada uno desde la instauración de esta fórmula de manera universal en todas las máquinas (10).
- **Sexo del producto:** Aún permanece como una variable en discusión, ya que no se incluyen estas opciones en muchas máquinas, en varios estudios se ha encontrado que el sexo femenino del producto favorece en 0.5% la exactitud de la predicción (19).
- **Factores maternos:** La paridad, la talla y peso materno, así como la edad gestacional se han incluido en formulaciones más recientes, sin encontrar hasta el momento resultados favorables que puedan recomendar fiablemente su inclusión como parte de la predicción con ultrasonido. (8) (12)

El promedio de las diferencias entre el peso estimado por el ultrasonido y el peso al nacer varía entre un 6 y un 15% dependiendo de la presencia de varias complicaciones del embarazo, como la Restricción del Crecimiento Intrauterino (RCIU) o la macrosomía fetal. Asimismo como mencionamos el intervalo entre el nacimiento y la evaluación ultrasonográfica también puede tener influencia.

Los investigadores han desarrollado varias ecuaciones para estimar el peso fetal en el segundo y tercer trimestre. El peso fetal derivado de estas ecuaciones se compara entonces con distribuciones normalizadas para la edad gestacional para identificar el crecimiento fuera de lo normal. Las anomalías del crecimiento fetal se asocian con un mayor riesgo de resultados adversos, esta información a menudo afecta a cómo se gestionarán el embarazo y el parto tanto dentro del círculo familiar como en los servicios de salud (1).

La ecografía suele implicar la medición de varios parámetros biométricos que se incorporan en una fórmula para calcular el peso fetal estimado. Por lo general, se utiliza una combinación de diámetro biparietal, circunferencia de la cabeza, circunferencia abdominal y la longitud del fémur. Las dos fórmulas más populares son de las de Warsof y la de Warsof con la modificación de Shepard y Hadlock. Estas fórmulas se incluyen en la mayoría de los paquetes de equipos de ultrasonido.
(2)

La primera fórmula fue establecida en 1975 por Campbell & Wilkin, está utilizaba una ecuación que requería únicamente la medición de la circunferencia abdominal del bebé para estimar el peso que tendría al nacimiento (2). Posteriormente y en los próximos 10 años se establecen muchas más. La más utilizada actualmente es de Warsof (publicada 2 años después) que igualmente incluye solo la medición de la circunferencia abdominal, pero la que ha sido más adaptada a través del tiempo, es así que en 1985 se publica una nueva fórmula que contenía solamente las dimensiones del fémur (3). Finalmente un año después Hadlock modifica esta fórmula (hasta ese momento la única incluida en las máquinas de ultrasonido) e incluye las tres dimensiones en una sola medición, de esta manera incluye circunferencia abdominal, longitud del fémur y diámetro biparietal (4).

Si bien es cierto que otras varias fórmulas se han desarrollado, esta es la más usada en la actualidad, ya que incurre en la menor cantidad de errores aleatorios y en varios estudios se ha comprobado que es la más acertada al momento de predecir el peso al nacimiento.

El día de hoy la toma de decisiones en todos los centros de atención prenatal y perinatal se basa en la estimación del peso fetal, ya que esta cifra es un efectivo predictor del bienestar del neonato.

Recientemente se ha estipulado que la inclusión del grosor y cantidad de TCS (Tejido Celular Subcutáneo) en el muslo del feto puede mejorar la precisión de la medición. Igualmente el advenimiento de la Ecografía 3D ha ayudado a disminuir el

error aleatorio de la fórmula, pero el impacto no ha sido muy preponderante y cabe recalcar que el uso de equipos 3D es más complejo y no se cuenta con las máquinas en todos los servicios de salud, sobre todo en el ámbito público (9) (16).

2.1.6.1 Parámetros Ecográficos Involucrados en la Valoración de la Biometría Fetal

- **Longitud Cráneo-Caudal:** Es la longitud más larga del embrión o el feto, excluyendo miembros y saco amniótico. En una sección longitudinal del feto, los marcadores se disponen en el extremo exterior del polo cefálico y en el extremo externo de la nalga fetal. Se debe utilizar la media entre 3 medidas. Predice la edad menstrual con un error de 3 días ($p < 0.001$) desde la semana 7 a la 10. Es una medida de gran exactitud al inicio del embarazo cuando el feto tiene una velocidad de crecimiento mayor, pero a medida que avanza la gestación, la curvatura del feto cambia, haciendo de las mediciones fetales longitudinales cifras menos exactas. El error aumenta a 5 días entre la semana 10 a 14. (36)
- **Diámetro Biparietal:** Históricamente es el primer parámetro usado en ecografía y hasta el día de hoy es el de mayor manejo en obstetricia. Su precisión es mayor entre las semanas 12 y 28. El DBP se mide a través de los tálamos desde la placa externa del cráneo proximal a la placa interna del cráneo distal. La cabeza fetal sufre varios cambios como alargamientos y estrechamientos (dolicocefalia) y por lo tanto el DBP cambia, por esta razón se debe obtener primero el Índice Cefálico (IC). Esta medición resulta de dividir el DBP para el Diámetro Occipitofrontal (DOF), siendo el valor normal del IC de 0.75 a 0.85. Cuando el IC está cercano a estos extremos no se debe utilizar el DBP para la Biometría Fetal. (36)

Desde la semana 28 en adelante, las alteraciones en la forma y el crecimiento de la cabeza fetal son mayores, por esta razón desde este punto en la gestación, la medida del DBP debe ser tomada con precaución. (36)

- **Circunferencia de la Cabeza:** Esta medida tiene un error medio significativamente menor que el DBP, no se ve influido por las alteraciones en la formación del cráneo. Esta dimensión se debe obtener en el mismo plano que el DBP, debemos asegurarnos de tener la longitud más larga antero posteriormente incluyendo el *cavum pellucidum* del techo de la fosa posterior. De la misma manera empleando una fórmula se puede obtener la circunferencia de la cabeza:

$$(\text{DBP} + \text{DOF}) \times 1.62$$

- **Longitud del Fémur y Húmero:** La LF fue empleada inicialmente para diagnosticar el enanismo de los miembros, posteriormente este parámetro paso a ser un excelente componente de la biometría fetal. Puede medirse a partir de la semana 10 y debe obtenerse midiendo el hueso desde su origen hasta el extremo distal de la diáfisis. La cabeza femoral y la epífisis distal no se incluyen la medición. La longitud humeral (LH) se mide de la misma forma. (36)
- **Circunferencia Abdominal:** La medición de la CA requiere de una posición exacta del feto que facilite: la visualización de la vena umbilical y del estómago y la ausencia en la imagen de los riñones. Para obtener esta dimensión la mayoría de equipos de ecografía modernos cuenta con una opción para generar una elipse que realiza la dimensión directamente. (36)

Sin embargo la CA se puede obtener mediante fórmulas matemáticas, en aquellos centros donde se conservan equipos de ultrasonido más antiguos. Primero se debe medir el Diámetro Anteroposterior (DAP) desde la piel de la pared posterior del abdomen hasta el punto máximo de la pared abdominal anterior. Posteriormente obtenemos el Diámetro Transverso del Abdomen (DTA) desde el borde externo de la piel, en el punto más ancho, hasta su

correspondiente en el lado opuesto. Finalmente se aplica la siguiente fórmula:
(36)

$$1.57 \times (\text{DAP} + \text{DTA})$$

2.1.6.2 Formulas ecográficas para estimar el peso fetal

Los investigadores han desarrollado varias ecuaciones para estimar el peso fetal en el segundo y tercer trimestre. El peso fetal derivado de estas ecuaciones se compara entonces con distribuciones normalizadas para la edad gestacional para identificar el crecimiento fuera de la normal. Las anomalías del crecimiento fetal se asocian con un mayor riesgo de resultados adversos, esta información a menudo afecta a cómo se gestionarán el embarazo y el parto tanto dentro del círculo familiar como en los servicios de salud (1).

El enfoque actual en perinatología es evaluar el Peso del Recién Nacido (PRN) para efectuar diagnósticos epidemiológicos, medir el impacto de enfermedades asociadas e interpretar resultados de posibles situaciones adversas. (31)

La ecografía suele implicar la medición de varios parámetros biométricos que se incorporan en una fórmula para calcular el peso fetal estimado. Por lo general, se utiliza una combinación de diámetro biparietal, circunferencia de la cabeza, circunferencia abdominal y la longitud del fémur. Las dos fórmulas más populares son de las de Warsof con la modificación de Shepard y la de Hadlock. Estas fórmulas se incluyen en la mayoría de los paquetes de equipos de ultrasonido. (32)

Tabla 4: Detalle de las Fórmulas Utilizadas en Ecografía para Cálculo del Peso Fetal

PARAMETROS	REFERENCIA	FORMULA ECOGRAFICA
US		
CA, LF	WARSOFF	$\ln BW = 2.792 + 0.108 (FL) + 0.000036 (CA)^2 - 0.00027 (LF \times CA)$
DBP, CA	SHEPARD	$\log_{10} BW = 1.7492 + 0.0166 (DBP) + 0.0046 (CA) - 0.00002646 (CA \times DBP)$
AC, LF, DBP, CC	HADLOCK	$\log_{10} BW = 1.3596 + 0.0064(CC) + 0.0424(CA) + 0.174(LF) + 0.00061(DBP)(CA) - .00386(CA)(LF)$

Fuente: Hadlock FP, RB Harrist, Sharman RS, et al. Estimación del peso fetal con el uso de la cabeza, el cuerpo y las mediciones de fémur - un estudio prospectivo. Am J Obstet Gynecol. **Elaborado por:** Cristian Barba y Marco Terán⁴

Las fórmulas que mayor predicción tienen al medir el peso fetal son las que utilizan las medidas de la cabeza, circunferencia abdominal y longitud del fémur.

La primera fórmula fue establecida en 1975 por Campbell & Wilkin, está utilizaba una ecuación que requería únicamente la medición de la circunferencia abdominal del bebé para estimar el peso que tendría al nacimiento (2). Posteriormente y en los próximos 10 años se establecen muchas más. La más es la de Warsof (publicada 2 años después) que igualmente incluye solo la medición de la circunferencia abdominal, pero la que ha sido más adaptada a través del tiempo, es así que en 1985 se publica una nueva fórmula que contenía solamente las dimensiones del fémur (3).

Finalmente un año después Hadlock modifica esta fórmula e incluye las tres dimensiones en una sola medición, de esta manera incluye circunferencia abdominal,

⁴ Estudiantes de medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Correo Electrónico: tesispuce2015@gmail.com

longitud del fémur y diámetro biparietal (4). Si bien es cierto que otras varias fórmulas se han desarrollado, esta es la más usada en la actualidad, ya que incurre en la menor cantidad de errores aleatorios y en varios estudios se ha comprobado que es la más acertada al momento de predecir el peso al nacimiento.

El día de hoy la toma de decisiones en todos los centros de atención prenatal y perinatal se basa en la estimación del peso fetal, ya que esta cifra es un efectivo predictor del bienestar del neonato.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN.

El personal de salud de los servicios de gineco-obstetricia y neonatología del HSFQ consideran necesario la realización de la ecografía obstétrica previa al parto para la toma de decisiones y así garantizar el bienestar materno-fetal, entre las cuales está la evaluación del peso fetal, medición calculada por el equipo ecográfico, el peso es el predictor que más se asocia estadísticamente con la morbilidad y la mortalidad perinatal, la mortalidad perinatal es un importante indicador del nivel de desarrollo y de atención médica de un país. Sin embargo, se han observado discordancias entre el peso fetal medido mediante ecografía y el peso real al nacimiento, por ello esta investigación desea establecer:

¿Cuál es la validez de la ecografía para la estimación del peso fetal comparado con el peso real del neonato medido mediante balanza electrónica en los servicios de gineco- obstetricia y neonatología del HSFQ?

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 Objetivo general:

Determinar la validez de la ecografía previa al parto para la estimación del peso fetal correlacionado con el peso real del neonato medido mediante balanza electrónica posterior al nacimiento.

3.2.2 Objetivos específicos:

- Establecer la confiabilidad de la ecografía para predecir el peso fetal para de esta manera poder determinar si es un método que debe continuar siendo utilizado en el servicio de Gineco-Obstetricia del Hospital San Francisco de Quito.
- Establecer el impacto de la medición fetal mediante ecografía previa al parto en la toma de decisiones para los preparativos y atención del recién nacido en

los servicios de Gineco-Obstetricia y Neonatología del Hospital San Francisco de Quito.

- Determinar el error entre examinadores en base al nivel de experticia y entrenamiento que poseen los diferentes integrantes del personal médico involucrado en la realización de la ecografía para medir el peso fetal previo al parto.
- Establecer el margen de error encontrado dentro del Hospital San Francisco de Quito comparado con el que se reporta en la literatura internacional.
- Confirmar si el sexo femenino del producto favorece la exactitud de la medición del peso mediante ecografía.

3.3 HIPÓTESIS.

- La estimación del peso fetal previa al parto mediante el uso de la fórmula de Warsof con la modificación de Shepard y la de Hadlock, integradas en los equipos de ecografía, revela que la primera es menos confiable que el peso ecográfico medido con la contraparte.
- La estimación del peso fetal mediante ecografía, es una herramienta válida y de gran utilidad al momento de la toma de decisiones para realizar preparativos y llevar a cabo la atención del recién nacido eficientemente en los servicios de Gineco-Obstetricia y Neonatología del Hospital San Francisco de Quito.
- En esta investigación, el margen de error mayor en cuanto al nivel de experticia del personal de salud que realiza la evaluación va a ser mayor en médicos posgradistas R2-R3 que en médicos tratantes.
- En la evaluación del peso mediante ecografía, el sexo femenino del producto favorece la exactitud de la evaluación del peso.

3.4 ENFOQUE INVESTIGATIVO.

Tiene un enfoque cuantitativo, se aplican fórmulas ecográficas que determinan el peso fetal estimado los cuales serán confirmados con el peso real al nacimiento en mujeres con un embarazo a término.

3.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se realizó un estudio no experimental, analítico, de corte transversal, en tiempo prospectivo, comparativo, de validación de método diagnóstico que es considerado un problema descriptivo.

Es un estudio descriptivo exploratorio porque permitió encontrar diferencias entre las características de un fenómeno que pretende describir con relación a otros fenómenos como en este caso el peso fetal mediante ecografía y balanza electrónica por citar un ejemplo; fue un estudio que nos permitió explorar una realidad; el problema fue exploratorio como en la mayoría en el campo de la salud.

3.6 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.6.1 Población:

Todos los pacientes que cumplieron los criterios de inclusión del estudio, en un periodo comprendido entre marzo y mayo de 2016 en el Hospital San Francisco de Quito.

3.6.2 Muestra:

- *Método de muestreo:* El muestreo fue no probabilístico y por conveniencia ya que la muestra se seleccionó de acuerdo a los criterios de inclusión. Comprenden todas las mujeres que acudieron al Hospital San Francisco de Quito en labor de parto, que cursaban con un embarazo a término, feto único, con diagnóstico de supervisión embarazo normal, que se les realizó ecografía obstétrica previo al parto, y que dieron a luz en la misma casa de salud.

3.7 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y DE EXCLUSIÓN.

Tabla 5: Criterios de inclusión y exclusión

<i>Criterios de Inclusión y de Exclusión del Estudio</i>	<i>Se incluyen</i>	<i>Se excluyen</i>
	<p>1.- Mujeres que cursan con un embarazo a término (entre las 37 y 41.6 semanas atendidas en el HSFQ)</p> <p>2.- Embarazo con feto único.</p> <p>3.- Gestación normal, con producto sano, sin malformaciones físicas ni cromosómicas</p> <p>3.- Que la ecografía se realice en el HSFQ dentro del periodo en el que se desarrolla la investigación.</p> <p>4.- Producto que permita obtener todas las medidas ecográficas completas.</p> <p>5.- Que la ecografía se realice dentro de los 7 días previos al parto</p> <p>6.- Consentimiento informado</p>	<p>1. Recién nacidos pre término (nacidos entre las 28 y 36.6 semanas).</p> <p>2. Recién nacidos pos término (nacidos desde las 42 semanas en adelante)</p> <p>3. Imagen de baja calidad que se relacionen con factores como oligohidramnios, abundante adiposidad materna, múltiples fetos y posiciones fetales poco adecuadas (transversos, oblicuos, pelvianos, podálicos)</p> <p>4. Anomalías fetales que comprometan las partes del producto que son medidas.</p> <p>5. Restricción del crecimiento o macrosomía.</p> <p>6. Todo embarazo que curse con patología conocida</p> <p>7. Información incompleta</p>

3.8 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 6: Operacionalización de las variables

<i>Variables</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Indicadores Definición operacional</i>	<i>Tipo de variable</i>	<i>Escalas</i>
Peso real Rango: 2500 a 3500 gramos (12)	El peso equivale a la fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo, originada por la acción del campo gravitatorio local sobre la masa del cuerpo.	Balanza Electrónica en Gramos (g)	Dependiente Numérica	Media, Diferencia de medias con desviaciones estándar.
Peso ecográfico	Peso obtenido mediante mediciones ecográficas	Escala de Warsof con la modificación de Shepard: $(\text{Log}_{10} BW = 1.7492 + 0.0166(\text{DBP}) + 0.0046(\text{CA}) - 0.00002646(\text{CA} \times \text{DBP}))$ y la de Hadlock: $(\text{Log}_{10} BW = 1.3596 + 0.0064(\text{CC}) + 0.0424(\text{CA}) + 0.174(\text{LF}) + 0.00061(\text{DBP})(\text{CA}) - .00386(\text{CA})(\text{LF}))$ en	Dependiente Numérica	Media, Diferencia de medias con desviaciones estándar.

		gramos (g)		
Nivel de experticia del ecografista	Preparación para perfeccionar el desarrollo de una actividad de ole	A: Médicos posgradistas RII B: Médicos posgradistas RII C: Médicos tratantes	Independiente Categorica	Diferencia de medias con desviaciones estándar.
Sexo	Condición orgánica, masculina o femenina de los seres humanos y animales	M: Masculino F: Femenino	Independiente Categorica Cualitativa Dicotómica	Diferencia de medias con desviaciones estándar.

3.9 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección de datos previamente se obtuvo la autorización del Director Médico del Hospital San Francisco de Quito. Como primer paso, se procedió a la identificación de las pacientes que iban a ser incluidas en el estudio, posteriormente se procedió con la explicación del estudio y del Consentimiento Informado.

- **Aspectos a describir en procedimientos de diagnóstico**

Para la medición del peso fetal mediante ecografía:

- **Quién:** Médicos posgradistas del servicio de gineco-obstetricia en formación (RII,RIII) y médicos tratantes del HSFQ. Mismos que se encuentran respaldados por exhaustiva formación académica dentro de Universidades y varias casas de salud desde el primer año de postgrado.

- **Qué** Ecógrafo de última generación Marca: SIEMENS, Modelo: ACUSON X300 PREMIUM EDITION.
- **Paciente:** Mujeres que llegan a Centro Obstétrico del HSFQ en labor de parto, que cursan con embarazo a término, sin patología conocida, con diagnóstico de supervisión del embarazo normal.

Para la medición del peso fetal mediante balanza electrónica:

- **Quién:** Personal de enfermería debidamente capacitado mediante formación universitaria con especialización en cuidados de neonatología y entrenamiento dentro del mismo servicio, además de trayectoria de más de 10 años en el cuidado de neonatos en varias casas de salud
- **Qué:** Balanza electrónica Marca: RICE LAKE (con capacidad de carga de hasta 20kg), misma que será calibrada con un intervalo de 48 horas para asegurar resultados exactos.
- **Paciente:** Neonato productos de un embarazo a término, sin patología conocida, con diagnóstico de producto único, nacido en hospital (Z38.0), que cumple todos los criterios de inclusión, nacido en el HSFQ.

3.10 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las fuentes de información fueron ecografías realizadas entre los meses de marzo y mayo de 2016, en el Hospital San Francisco de Quito, mismas que fueron registradas en tiempo real por parte de los médicos posgradistas y tratantes del servicio, en hojas de recolección entregadas por los autores.

La Ecografía Obstétrica incluyó la medición electrónica de la Circunferencia Cefálica, Diámetro Biparietal, Circunferencia del Abdomen y el Fémur, así como el Líquido Amniótico y la evaluación de la Placenta.

El peso fetal por ultrasonido se calculó automáticamente por el equipo, utilizando la fórmula de referencia de Hadlock, que utiliza la Circunferencia Cefálica, Diámetro Biparietal, Circunferencia Abdominal y la Longitud del Fémur. Todas las mediciones ecográficas incluyeron un informe impreso y otro informe que se registra en la Historia Clínica que incluyen todas las mediciones y peso fetal estimado.

El peso del Recién Nacido se obtuvo de los productos que cumplieron los criterios de inclusión y que nacieron en Hospital San Francisco de Quito entre marzo y mayo de 2016, a partir de la balanza electrónica antes mencionada. Fueron pesados por personal calificado del servicio de neonatología en tiempo real. Dichos datos se registraron en hojas entregadas por los autores.

La edad gestacional se calculó partiendo de una FUM confiable o mediante una ecografía realizada antes de las 20 semanas de gestación.

El cálculo del peso fetal estimado por la fórmula ecográfica de Warsof con la modificación de Shepard se realizó por medio una calculadora de estimación de peso fetal online (*Niall System – fetal biometry*).

Se creó una base de datos en el programa Microsoft Office Excel 2010, se analizaron los datos en el Programa estadístico SPSS™ para Windows (versión 24) y la redacción de realizó en el programa Microsoft Office Word 2010.

Se realizó el análisis valorando la correlación existente entre tres variables numéricas, y la concordancia entre dos instrumentos de medida. Se usó diferencia de medias para determinar el margen de error durante el proceso de medición y de esta manera poder llegar a conocer la confiabilidad de la ecografía para predecir el peso que tendrá el producto al nacimiento.

Los datos calculados por las distintas fórmulas se usaron en parámetros estadísticos como error absoluto y error relativo. La normalidad de la distribución de pesos se evaluó mediante el Coeficiente de Correlación de Pearson.

3.11 ASPECTOS BIOÉTICOS

- En este estudio no se realizaron intervenciones que puedan causar daño a los involucrados. El manejo de la información obtenida se manejó con suma confidencialidad, se asignaron códigos de identificación a cada paciente con el fin de evitar el uso de nombres, apellidos o números de historias clínicas y fue utilizada únicamente con fines académicos, guardando los principios de respeto por las personas, no maleficencia, beneficencia, y justicia, siguiendo los principios de la Declaración de Helsinki y de Buenas Prácticas Clínicas.
- Se utilizó consentimiento informado del paciente que incluye un formulario de consentimiento informado y escrito en lenguaje sencillo que facilite la comprensión del paciente (Ver anexo, Pág. 75).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Utilizando el programa IBM SPSS™ Statistics 24 se hizo el análisis de 274 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión para formar parte del estudio. Dichos pacientes son neonatos a cuyas madres se les realizó una ecografía previa al parto y luego del nacimiento fueron pesados en balanza electrónica para conocer su peso exacto. El presente estudio buscó comprobar que existen ciertas discrepancias entre el valor estimado por ecografía y el peso real al nacimiento.

Del universo de 274 pacientes, 138 fueron recién nacidos a término (RNAT) precoz abarcando un 50.4% de la muestra, 119 fueron RNAT Completo representando un 43.4%, mientras que 17 fueron RNAT Tardío constituyendo un 6.2%. De esta misma muestra 147 nacimientos correspondieron a sujetos masculinos (53.6%) y 127 fueron sujetos femeninos (46.4%). Finalmente se observó que 52 ecografías fueron realizadas por posgradistas R2 (19%), 102 las realizaron posgradistas R3 (37.2%) y 120 fueron hechas por médicos tratantes del servicio (43.8%).

Tabla 7: Distribución de Edad Gestacional en la Muestra⁵

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	37-38,6 (RNAT Precoz)	138	50,4	50,4	50,4
	39-40,6 (RNAT Completo)	119	43,4	43,4	93,8
	41-41,6 (RNAT Tardío)	17	6,2	6,2	100,0
	Total	274	100,0	100,0	

⁵ Elaborado por los autores, a partir del análisis de la muestra, en el programa IBM SPSS Statistics 24™. Correo Electrónico: tesispuce2015@gmail.com

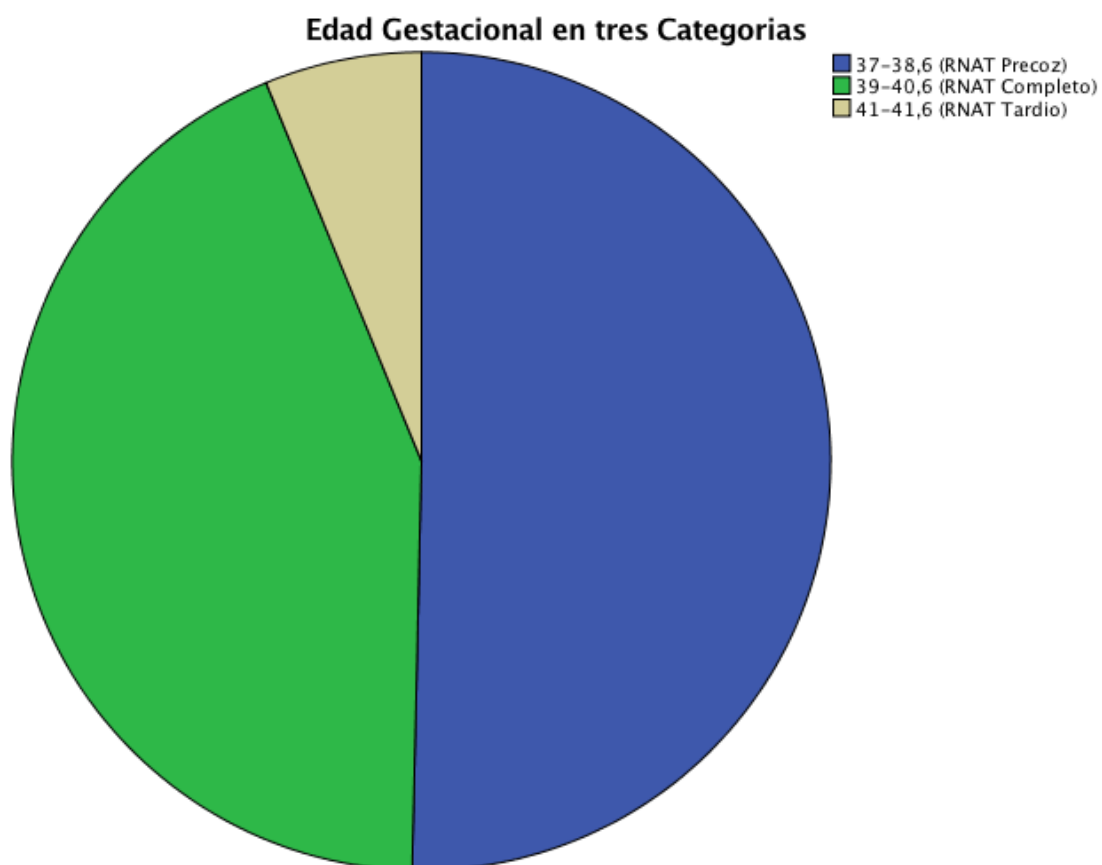


Gráfico 2: Distribución de Edad Gestacional en la Muestra ⁶

Tabla 8: Distribución del Sexo del Producto en la Muestra ⁶

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Masculino	147	53,6	53,6	53,6
	Femenino	127	46,4	46,4	100,0
	Total	274	100,0	100,0	

⁶ Elaborado por los autores, a partir del análisis de la muestra, en el programa IBM SPSS Statistics 24TM. Correo Electrónico: tesispuce2015@gmail.com

Sexo del Producto en dos Categorías

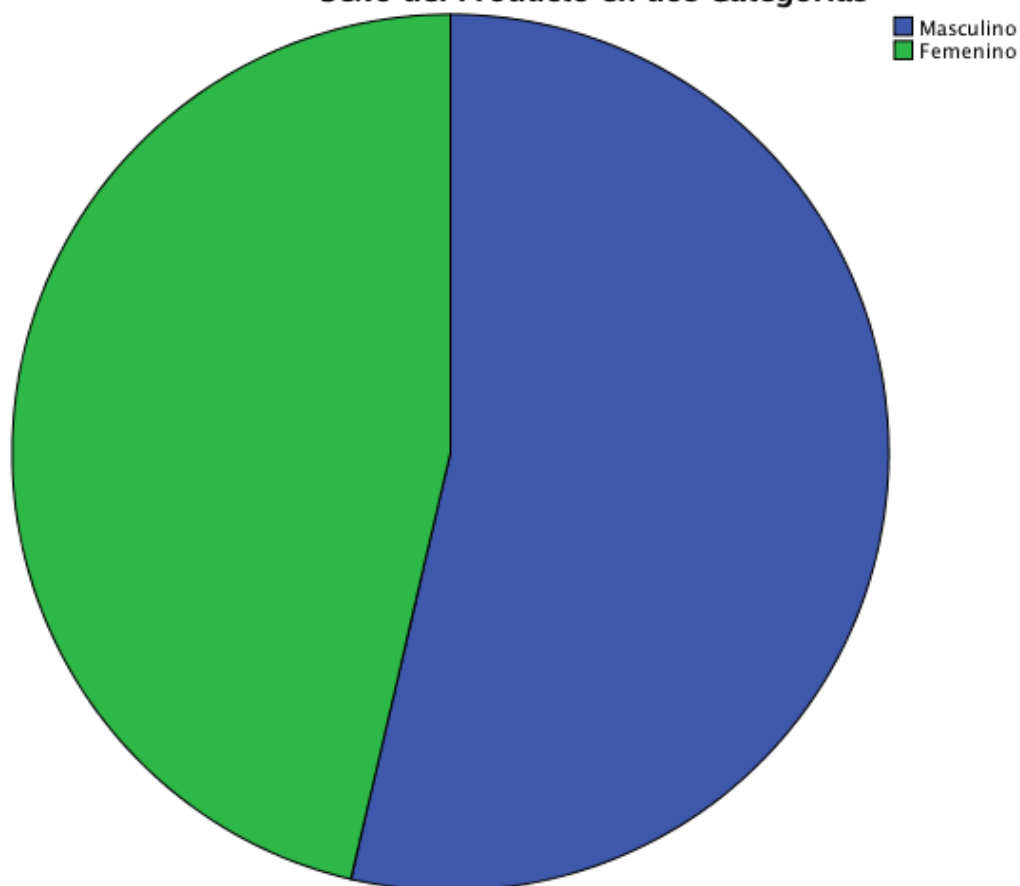


Gráfico 3: Distribución del Sexo del Producto en la Muestra ⁷

Tabla 9: Distribución del Nivel de Entrenamiento del Ecografista en la Muestra ⁷

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	R2	52	19,0	19,0	19,0
	R3	102	37,2	37,2	56,2
	MT	120	43,8	43,8	100,0
	Total	274	100,0	100,0	

⁷ Elaborado por los autores, a partir del análisis de la muestra, en el programa IBM SPSS Statistics 24TM. Correo Electrónico: tesispuce2015@gmail.com

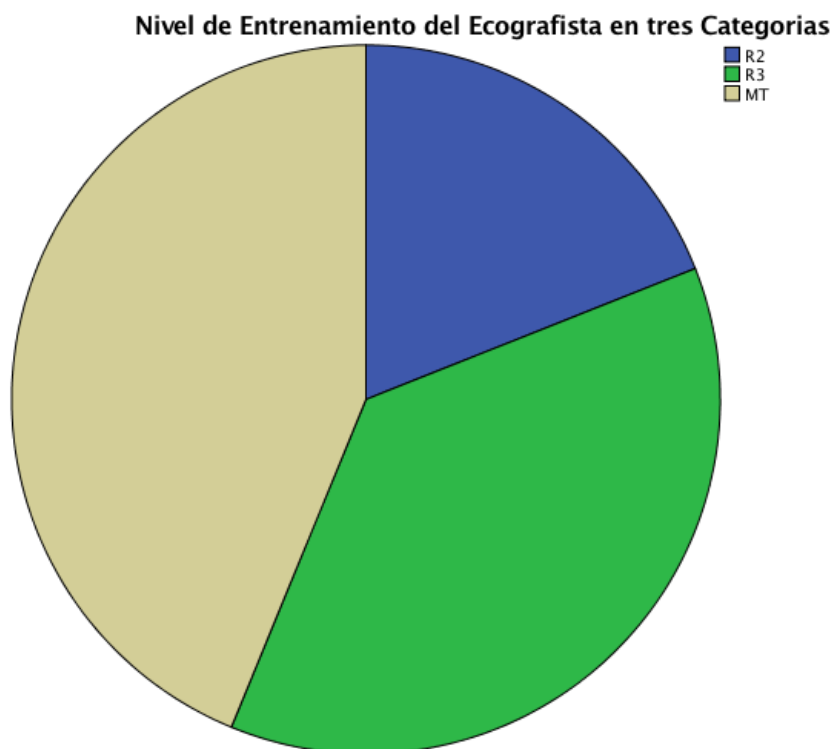


Gráfico 4: Distribución del Nivel de Entrenamiento del Ecografista en la Muestra ⁸

Se empleo la media para determinar el peso promedio que exhibían los niños al nacimiento, obteniéndose un valor de 3140.26g. Además al conocer los valores máximos y mínimos de los pesos medidos con balanza electrónica se pudo comprobar que todos los miembros del estudio tuvieron peso normal (2500-3500g).

Tabla 10: Estadísticas Importantes para el Estudio ⁸

		Peso Ecográfico 1 (H)	Peso Ecográfico 2 (WS)	Peso Medido en Balanza Electrónica
N	Válido	274	274	274
	Perdidos	0	0	0
Media		3177,33	3187,93	3140,26

⁸ Elaborado por los autores, a partir del análisis de la muestra, en el programa IBM SPSS Statistics 24™. Correo Electrónico: tesispuce2015@gmail.com

Error estándar de la media	18,290	19,899	17,715
Desviación estándar	302,752	329,390	293,231
Mínimo	2200	2191	2505
Máximo	4313	4472	3499

Posteriormente se procedió a comparar las medias entre cada una de las fórmulas ecográficas con el peso real obtenido mediante balanza electrónica. Los resultados mostraron que: Al usar equipos de ecografía modernos (que incorporan la fórmula de Hadlock) se produjo un error de solamente 208.4g entre la estimación y el peso que el neonato tuvo al nacer ($p=0.004$). Por el contrario cuando se utilizó una fórmula más antigua como es la de Warsof con la modificación de Shepard se encontró un error de 284.28g entre el peso estimado y el que el producto tuvo al nacer ($p=0.006$).

Tabla 11: Estadísticas Comparativas entre Fórmulas Ecográficas y el Peso en Balanza Electrónica

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Peso Ecográfico 1 (H)	3177,33	274	302,752	18,290
	Peso Medido en Balanza Electrónica	3140,26	274	293,231	17,715
Par 2	Peso Ecográfico 2 (WS)	3187,93	274	329,390	19,899
	Peso Medido en Balanza Electrónica	3140,26	274	293,231	17,715

Elaborado por los autores, a partir del análisis de la muestra, en el programa IBM SPSS Statistics 24TM. Correo Electrónico: tesispuce2015@gmail.com