



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MÉXICO**

---

**Instituto Nacional de Perinatología  
Isidro Espinoza De los Reyes**

**Curvas de Referencia del Índice de  
Desempeño Miocárdico Modificado de  
Tei Derecho en fetos de 11 a 14  
semanas de Gestación  
Tesis**

**Que para obtener el título de:**

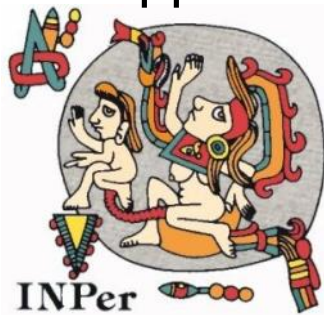
**SUB-ESPECIALISTA EN MEDICINA  
MATERNO FETAL**

**Presenta:**

**Juan Manuel Enciso Meraz**

**DR. MARIO E. GUZMAN HUERTA**

**PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE  
ESPECIALIZACION Y DIRECTOR DE TESIS**



México D.F.

2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **Autorización de Tesis**

**Curvas de Referencia del Índice Miocárdico Modificado de Tei  
derecho en fetos de 11 a 14 semanas de Gestación**

---

**Dr. Enrique Alfonso Gómez Sánchez**

**Director De Enseñanza e Investigación**

---

**Dr. Mario Estanislao Guzmán Huerta**

**Profesor Titular del Curso de Especialización y Tutor de Tesis**

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme cumplir con éste objetivo, a mi Esposa por su apoyo y comprensión, a mi Hijo que es el motor de mi vida y a mis Padres por su ejemplo de superación.

## INDICE

<b>DEDICATORIA</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>II</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>12</b>
<b>JUSTIFICACION</b>	<b>13</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
<b>DISEÑO DEL ESTUDIO</b>	<b>15</b>
<b>OPERACIONALIZACION DE VARIABLES</b>	<b>15</b>
<b>TIPO DE MUESTREO</b>	<b>16</b>
<b>UNIVERSO DE ESTUDIO</b>	<b>16</b>
<b>CALCULO TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>17</b>
<b>CRITERIOS DE SELECCIÓN</b>	<b>17</b>
<b>DESCRIPCION DEL ESTUDIO</b>	<b>18</b>
<b>ANALISIS ESTADISTICO</b>	<b>20</b>
<b>ASPECTOS ETICOS</b>	<b>20</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>21</b>
<b>DISCUSION Y CONCLUSIONES</b>	<b>35</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>39</b>
<b>ANEXO 1 ESTANDARIZACION TECNICA</b>	<b>41</b>
<b>ANEXO 2 HOJA DE RECOLECCION DE DATOS</b>	<b>44</b>

Palabras Clave: índice de desempeño miocárdico modificado, Índice de Tei derecho, Curvas de referencia, Primer trimestre y ultrasonido.

## RESUMEN

**Antecedentes:** El índice de desempeño miocárdico modificado de Tei, se ha utilizado en diferentes contextos clínicos, y actualmente se ha incluido en la valoración fetal, sin embargo no existe información en la literatura mundial, de curvas de normalidad o valores percentilares para el ventrículo derecho durante el primer trimestre gestación.

**Objetivo:** Construir tablas y curvas de normalidad de la semana 11 a 14 de gestación

**Diseño:** Transversal

**Metodología:** Se efectuaron 416 mediciones en el ventrículo derecho de fetos sanos, se efectuó la media, mediana, desviación estándar y el z score por semana de gestación para después realizar modelados por regresión polinomial para escoger el que tuviera una mejor bondad, y en base a esto construir curvas de normalidad, z score y percentil 5, 50 y 95 por semana y día de gestación.

**Resultados:** La regresión polinomial con el mejor modelado fue el cuadrático. Se observa una disminución de índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho, mientras avanza la edad gestacional. La percentil 50 a la semana 11.4 de gestación es de .46 mientras que la percentil 5 y 95 es de .21 y .60 respectivamente. Para la semana 14 la percentil 50 es .33 y la percentil 5 y 95 es de .08 y .52 respectivamente.

**Conclusión:** Este protocolo cumple con las recomendaciones emitidas por la OMS, constituyendo las primeras curvas de normalidad reportadas en la literatura mundial de éste índice en la semana 11.3 a 14 de gestación.

## SUMMARY

**Background:** The Tei myocardial modified performance index, has been used in different clinical situations, and actually it has been employed in the fetal exam, nevertheless there is not information in the international literature of normal curves or percentile for its use in the right ventricle during the first trimester of gestation.

**Objective:** Realize tables and curves of normality for gestational age 11 – 14 weeks.

**Design:** Transversal

**Methods:** We made 416 tests, over the right ventricle in healthy fetuses, we realized mean, median, standard deviation and z score for gestational age, and then we used polynomial regression and chosen the best fit to the model, and built curves for normality, z score and percentiles 5, 50 and 95 match for week and day of gestation.

**Results:** The best fit model was the quadratic polynomial regression. We observed a reduction in the right performance myocardial modified index of Tei, while the gestational age increased. The percentile 50 for the 11.4 weeks is .46, while for the percentile 5 and 95 is .21 and .60 respectively. For the week 4 the percentile 50 is .33 and percentile 5 and 95 is .08 and .52 respectively.

**Conclusion:** This protocol fulfill with the recommendations of the OMS, that why it's the first normality curves in the international literature, of this index in the 11.3 to 14 weeks of gestation.

## CAPITULO 1 INTRODUCCION

El propósito de realizar la valoración ultrasonográfica a edades gestacionales cada vez más tempranas tiene como objetivo, optimizar el manejo perinatal y ofrecer en los casos que esté disponible opción de tratamiento prenatal. Dentro del manejo perinatal se incluye la preparación de los padres para un desenlace perinatal adverso probable.

Los estudios efectuados en el primer trimestre muestran que antes de la semana 6 de gestación los flujos de salida cardíacos son monofásicos, mientras que después de la semana 12 los flujos tienen la onda característica bifásica, con su correspondiente onda E (llenado ventricular temprano) y la Onda A (Llenado que ocurre durante la contracción atrial) mostrando un incremento estadísticamente significativo de la onda E, así mismo la velocidad media de flujo de salida cardíaco se incrementa de 3.6 a 8.8 cm/segundo ( $p < 0.05$ ), el tiempo de relajación isovolumétrico disminuye de 39.8 a 19.2 % ( $p < 0.05$ ) y el tiempo de contracción isovolumétrico disminuye de 13.2 a 8.5%, existe un incremento de los flujos de salida a través de la válvula tricuspídea y mitral, mientras que la velocidad máxima de los flujos de salida de la aorta y pulmonar se incrementan. ( $p < 0.05$ ) Se ha postulando que estos incrementos son debidos a una reducción en la resistencia vascular, que ocurre a este periodo de la gestación (1) (2) (3)

*Van Splunder et al* demostró en un estudio efectuado en fetos de la semana 10 a la 20 que existe un incremento lineal estadísticamente significativo de la longitud del ciclo cardíaco de 373ms a 406 ms, siendo probablemente debido al desarrollo del sistema parasimpático; así mismo encontró que existe un incremento estadísticamente significativo del tiempo de llenado ventricular de 35% a 38.6% del ciclo cardíaco, un decremento del tiempo de eyección de 45.9% a 38.9% del ciclo cardíaco, un decremento del tiempo de relajación isovolumétrico, mientras que el tiempo de de contracción isovolumétrico no se ve

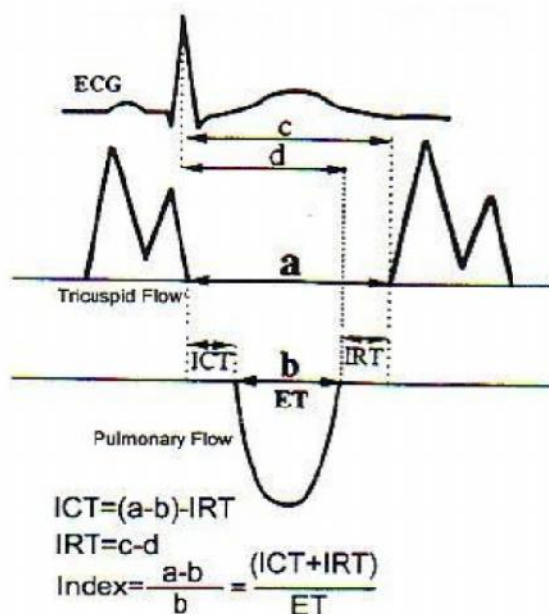


modificado por la edad gestacional el cual representa aproximadamente el 8-9 % del ciclo cardiaco. (4)

El tiempo de relajación isovolumétrico refleja el tiempo necesario del ventrículo para llevar su presión de un nivel sistémico a un nivel atrial, así este tiempo puede ser utilizado para describir la función diastólica del corazón, especialmente durante la etapa temprana de la diástole. La relajación del miocardio es un proceso activo dependiente de la habilidad de los miocitos para reducir la concentración del calcio del citosol, lo cual requiere que el Ca salga del citosol a través de 4 fuentes, las cuales son el Ca-ATPasa del retículo sarcoplásmico, Ca-ATPasa del sarcolema, Intercambio NA / CA del sarcolema y finalmente a través de las mitocondrias. Mientras que el tiempo de contracción isovolumétrico se refiere al intervalo de tiempo necesario para que el ventrículo incremente su presión a la de la circulación sistémica, por ello nos brinda información acerca de la contractilidad ventricular y la presión generada durante la etapa temprana de la contracción. (2)

En cuanto la medición del desempeño sistólico-diastólico miocárdico, se han empleado la ecocardiografía bidimensional la cual está basado en modelos geométricos de la forma ventricular, sin embargo esta forma de evaluación de la fracción de eyección y los volúmenes puede ser difícil de obtener ya que ultrasonográficamente los borde endocárdicos no son perfectos y además por la compleja geometría de las estructuras observadas en las enfermedades congénitas. Por lo que se han utilizado índices, como es el índice de desempeño miocárdico (Tei), el cual surge de los intervalos de tiempo, generando un índice de la función ventricular, el cual es independiente de la forma geométrica de las cavidades. Este índice es una herramienta útil no invasiva que combina la función global del miocardio. Así el índice de desempeño miocárdico o índice de Tei es definido como la suma del tiempo de contracción isovolumétrica y el tiempo de relajación isovolumétrica dividido por el tiempo de eyección. (5) (6) (7) (8) (9)

El índice de desempeño miocárdico fue originalmente propuesto por *Tei et al*, en la evaluación de cardiomiopatías dilatadas en el adulto, la cual comprendía la medición del tiempo isovolumétrico y del tiempo de eyección, de la siguiente forma, el tiempo isovolumétrico (a) es calculado entre el final de la onda A y el comienzo de la siguiente onda E, durante la fase de llenado ventricular, y el segundo período es constituido por el tiempo de eyección, el cual es grabado en los flujos de salida ya sea de la aorta o de la pulmonar. (b) Así el Índice de desempeño miocárdico es calculado de la formula  $(a-b) / b$  (10)



**Figura 1** Representación grafica de los componentes del índice de Tei. El índice de desempeño miocárdico es definido como  $(a-b) / b$ . ICT = tiempo de contracción isovolumétrica, IRT= tiempo de relajación isovolumétrica, ET = tiempo de eyección. a = Fin de la onda A al inicio de la onda E. b= flujo de salida de aorta o pulmonar. (5)

Los estudios efectuados con el índice Tei original, encontraron una amplia variación de los valores de referencia, debido a la falta de marcas claras y a la necesidad de tomar los valores a partir de dos mediciones diferentes. (1 medición para mitral y tricuspídea y una más para otra medición para el flujo aórtico y pulmonar)

*Friedman D, et al* obtiene la medición simultánea de la onda de entrada de la válvula mitral y la onda de salida del ventrículo izquierdo, para superar el inconveniente de tener que efectuar dos mediciones por separado. Esto lo logra al colocar el volumen de muestra en el ventrículo izquierdo en la unión de la hoja anterior de la mitral y el tracto de salida del mismo ventrículo en una imagen axial de 5 cámaras, gracias al pequeño tamaño de las cavidades cardíacas, eliminando de esta forma el impacto potencial de las alteraciones debidas a la frecuencia cardíaca fetal. Así de esta forma los intervalos de tiempo quedan representados por del final de la onda A y el inicio del flujo aórtico como el tiempo de contracción isovolumétrica, de inicio al final del flujo aórtico como el tiempo de eyección y finalmente el tiempo de relajación isovolumétrica como del final del flujo aórtico al inicio de la onda E. Representado la onda A y la onda E como positivas. En su estudio efectuado en 74 fetos normales de la semana 18 a 31 de gestación encontró que Índice miocárdico de Tei, el tiempo de contracción isovolumétrica, el tiempo de relajación isovolumétrica y el tiempo de eyección son independientes de la edad gestacional y la frecuencia cardíaca. (6) (7) (8)

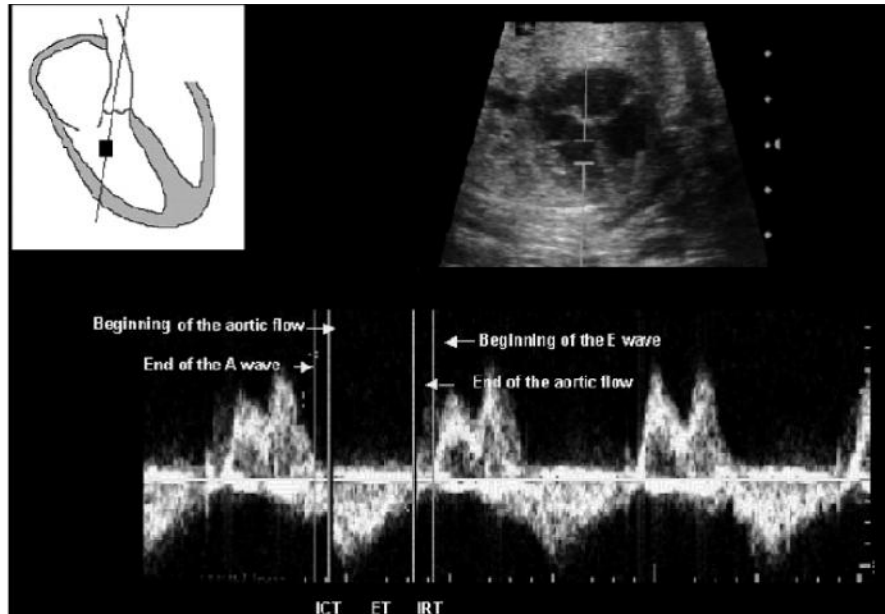


Figura 2 Técnica propuesta por *Friedman et al.* El volumen de muestra es colocado en el ventrículo izquierdo en la unión de la hoja anterior de la mitral y el tracto de salida del mismo ventrículo en una imagen axial de 5 cámaras. ICT: tiempo de contracción isovolumétrico IRT: Tiempo de relajación isovolumétrico ET: Tiempo de eyección. (6) (11)

*Raboisson et al*, para tener mediciones mas objetivas, modifica el índice de desempeño miocárdico de Tei, al incorporar la metodología propuesta por *Friedman* con visualización del corazón de 5 cámaras, añadiendo el click de la válvula aorta tanto en su apertura como en su cierre para delimitar el tiempo de eyección. En sus resultados muestra un coeficiente de correlación intraclase intraobservador de 0.911 (IC 95% 0.800-0.962) e interobservador de 0.826 (IC 95% 0.631-0.923) (7)

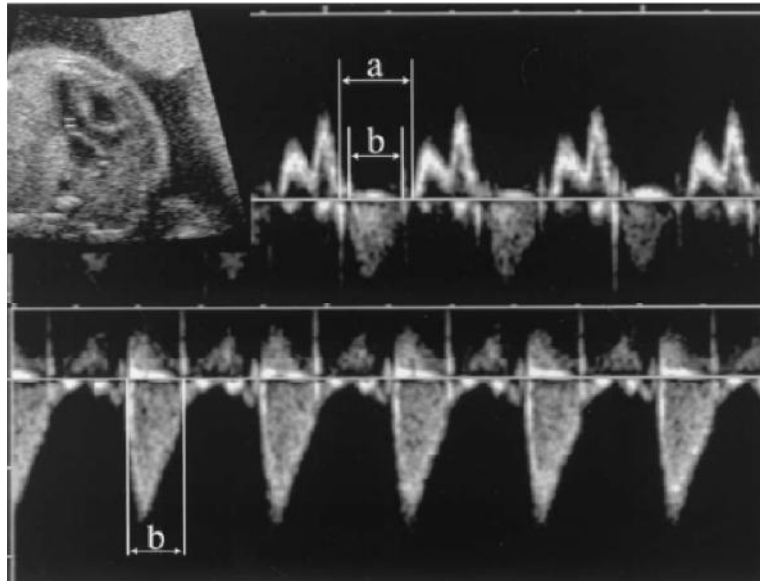


Figura 3 Técnica propuesta por *Raboisson et al*, con la utilización del click de apertura y cierre de la válvula aortica, para delimitar el tiempo de Eyección. Índice desempeño miocárdico=  $TCI + TRI / TE$  b= representa el tiempo de eyección delimitado por los click de la válvula aortica. (7)

En el año 2005 *Hernández – Andrade et al*, publica una nueva variación del índice miocárdico de Tei, basado en los trabajos de *Raboisson et al* y *Friedman et al*, en la cual para que las mediciones de los intervalos de tiempo se efectuaran de una manera más reproducible, incluye el click de apertura y cierre de la válvula mitral, al colocar el volumen de muestra en la pared media de la aorta ascendente incluyendo la válvula mitral y aórtica, permitiendo que los movimientos de las dos válvulas sean registradas simultáneamente, permitiendo los flujos de la onda A y E como positivos y el flujo de la aorta como negativo. De esta forma los periodos de tiempo se constituyen de la siguiente forma, el tiempo de contracción isovolumétrica está integrado por el cierre de la válvula mitral a la apertura de la válvula aortica, el tiempo de eyección por la apertura al cierre de la válvula aorta, y finalmente el tiempo de relajación isovolumétrica del cierre de la válvula aortica a la apertura de la válvula mitral.  $(IMP=ICT+TRI / TE)$  (8) (11)

Bajo esta modalidad se calcularon los coeficientes intraclase de correlación, en comparación a la propuesta por *Raboissson*, mostrando una mejor reproducibilidad bajo esta técnica. (11)

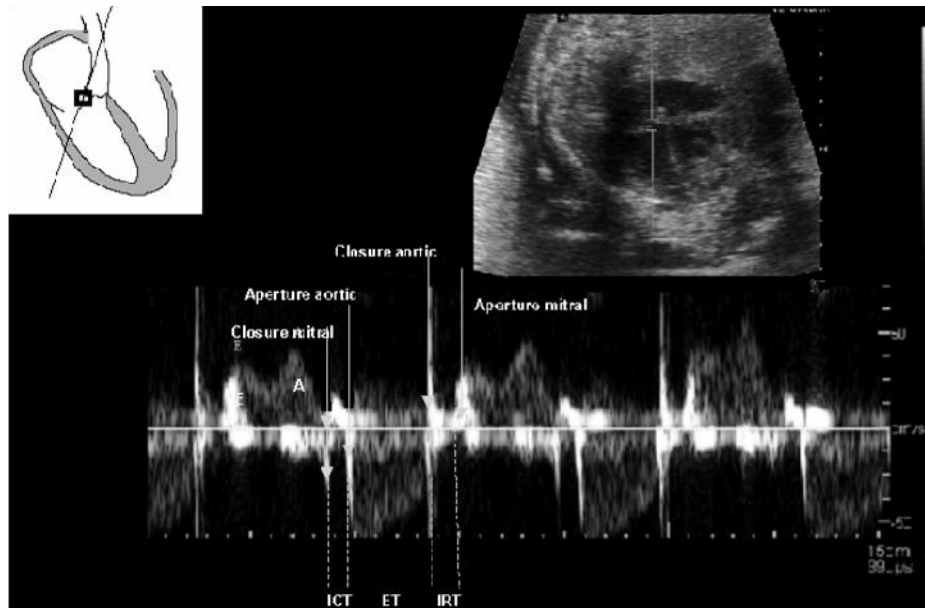


Figura 4 Índice de desempeño miocárdico de Tei, modificado por *Hernández- Andrade*. Utilizando los clicks de apertura y cierre de la válvula aórtica y mitral. ICT: Tiempo de contracción isovolumétrica, ET: tiempo de Eyección, IRT: Tiempo de relajación isovolumétrica. Índice de desempeño miocárdico (IPM) =  $ICT + IRT / TE$  (11)

*Malakan- Rad et al*, describieron con la técnica original de Tei, un índice de desempeño miocárdico del ventrículo derecho en neonatos (48 a 72 horas de vida postnatal) de  $0.23 \pm 0.14$ , mientras que otros autores han reportado valores en este período de la vida de  $0.24 \pm 0.04$  y  $0.32 \pm 0.03$  (5)

Los valores normales reportados en niños de 3 a 18 años con el índice de desempeño miocárdico original de Tei izquierdo es de 0.32 a 0.35, mientras que en adultos es de 0.28 – 0.39. <sup>(6) (9) (12)</sup>

En la vida fetal Se han encontrado que el índice de desempeño miocárdico no guarda diferencia a través de la gestación. <sup>(6) (9) (13)</sup> Sin embargo estos datos son contrarios a los reportados por *Hernández-Andrade E, et al*, a través de la técnica modificada de *Tei et al*, por *Friedman et al* y por él mismo, quien construyó tablas de referencia para Tei izquierdo por medio de la medición de 557 fetos normales de la semana 19 a 39. En sus resultados se observa que existe un ligero incremento del índice de desempeño miocárdico modificado de  $0.35 \pm 0.027$  a las 19 semanas a  $0.37 \pm 0.029$  a las 39 semanas de gestación, mientras que los tres componentes del índice, el tiempo de contracción isovolumétrica permanecía constante, el tiempo de relajación isovolumétrica aumentaba y el tiempo de relajación disminuía ligeramente. En sus resultados se observa que a ninguna edad gestacional estudiada el índice de desempeño miocárdico modificado, muestra valores por arriba de .45 en la percentila 95. <sup>(8)</sup>

*Huggon et al*, en el primer trimestre (LCR 38 a 82 mm) realizó el índice de desempeño miocárdico, derecho e izquierdo a través de la valoración de dos ondas, sin la presencia de los clicks valvulares encontrando, para estas semanas gestacional un valor de  $0.352 \pm .115$  para el ventrículo derecho y para el ventrículo izquierdo un índice de  $0.378 \pm 0.110$ . <sup>(14)</sup>

<b>Autor</b>	<b>Metodología</b>	<b>Numero</b>	<b>ICT</b>	<b>ET</b>	<b>IRT</b>	<b>IDM</b>
<b>Friedman et al Izq. (18-31)</b>	Misma Onda	74	43 ± 13 ms	173 ± 16 ms	48 ± 13 ms	0.53 ± 0.13
<b>Raboison et al Izq. (19-35)</b>	Misma Onda Click Aorta	22				0.369 ± 0.073
<b>Hernández-Andrade et al. Izq. (19-39)</b>	Misma Onda Click Aorta y Mitral	557				0.35±0.03 (20sdg) 0.37±0.03 (39sdg)
<b>Tsutsumi et al izq. (19-39)</b>	Diferentes ondas	50				0.65 ±0.03 (20sdg) 0.42± 0.03 (39sdg)
<b>Eidem et al Izq. (20-40)</b>	Diferentes Ondas	125				0.36 ±0.06
<b>Eidem et al Der. (20-40)</b>	Diferentes Ondas	125				0.35 ± 0.05
<b>Falkensammer et al Izq.</b>	Diferentes Ondas	23				0.40 ± 0.05
<b>Ichizuka et al Der. (22-37)</b>	Diferentes Ondas	40				0.29±0.10-0.56
<b>Ichizuka et al Izq. (22-37)</b>	Diferentes Ondas	40				0.31±0.15-0.48
<b>Ichihasshi et al Izq. (30-37)</b>	Diferentes Ondas	20				0.29±0.04
<b>Inamura et al Izq. (17-38)</b>	Misma Onda	32				0.39±0.16
<b>Huggon et al Izq. (11-14)</b>	Diferentes Ondas	139				0.378 ± 0.110
<b>Huggon et al Der. (11-14)</b>	Diferentes Ondas	124				0.352 ± 0.115
<b>Mori et al Der. (20-39)</b>	Diferentes Ondas	70				0.35±0.07

Tabla 1 Resumen de valores de referencia de los diferentes Autores. Autor, semana de gestación y hemicardio valorado por el índice de desempeño miocárdico (IDM), tiempo de contracción isovolumétrica (ICT), tiempo de relajación isovolumétrica (IRT) y tiempo de eyección (ET). Media y Desviación estándar. (6) (7)

(8) (9) (13) (14) (15) (16) (17)



Los valores del índice de desempeño miocárdico se ha evaluado en varias condiciones clínicas en el adulto como, amiloidosis, cardiomiopatía dilatada e infarto para predecir el resultado clínico. Mientras que en la población pediátrica ha sido utilizado para valorar la función miocárdico en pacientes tratados con antraciclina, con enfermedades congénitas cardíacas y pacientes con trasplante cardíaco. (8) (9) (12) (18) (19) (20) (21)

La función cardíaca anormal está asociada con una prolongación del periodo isovolumétrico con una reducción del tiempo de eyección, lo que resulta en un incremento del índice de desempeño miocárdico. (8) (22) Se han observado valores elevados del índice en fetos con hidrops, fetos macrosómicos, hijos de madres diabéticas, fetos receptores con transfusión feto fetal, fetos con insuficiencia tricuspídea, constricción ductal y en fetos con hipoxia (15) (16) (17) (23)

Dentro de los resultados obtenidos por *Inamura et al*, encontró que los fetos con cardiopatía que fallecieron in útero tenia valores significativamente más elevados que los controles y los fetos con cardiopatía que sobrevivieron. (17)

Los estudios efectuados en el primer trimestre utilizando el índice de desempeño miocárdico, han mostrado que no existe diferencia en cuanto el índice en fetos normales con fetos con translucencia aumentada, sin embargo se observó que en los fetos con trisomía 21 el índice de desempeño miocárdico izquierdo se encuentra disminuido ( $p=0.002$ ) y en los fetos con síndrome de Turner el índice se encuentra disminuido tanto en el ventrículo derecho ( $p=0.04$ ) como en el ventrículo izquierdo ( $p=0.034$ ). (14)

Dentro de la valoración eco cardiográfica fetal, se reconoce que la valoración del ventrículo derecho es de suma importancia , debido a que la circulación fetal es predominantemente derecha, por lo que la toma de índices e intervalos de tiempo de deben efectuar en ambos ventrículos, pero con especial atención en el ventrículo derecho. (15)

## CAPITULO 2 MATERIAL Y METODOS

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El índice de desempeño miocárdico modificado de Tei ha mostrado su utilidad en diversos contextos clínicos y en diferentes edades de la vida. Con el advenimiento de las modificaciones realizadas en este índice, para tratar de estandarizar las mediciones se ha mostrado una mejor reproducibilidad de las mediciones.

Actualmente existe una carencia de valores de referencia en la literatura mundial, del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei, durante el primer trimestre. Los únicos datos reportados fue descrita por *Huggon et al*, con 139 pacientes para el ventrículo izquierdo y 124 pacientes para la valoración del ventrículo derecho, con la limitante que utilizó la metodología original descrita por Tei, por lo que el índice se tomaba a partir de dos mediciones doppler en diferentes tiempos de la evaluación y sin puntos de referencia para determinar los intervalos de tiempo, por lo que estos valores pueden tener deficiencias por la metodología empleada. De esta forma Huggon et al, solo reporta una media y desviación estándar para el período comprendido de 11 a 14 semanas de gestación, con la limitante que no efectuaron percentilas por semana de gestación, o bien una curva por semana en este lapso de tiempo de la gestación.

## JUSTIFICACION

Debido al pequeño tamaño de las cavidades cardíacas es posible la valoración por doppler, del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho, permitiendo la evaluación simultánea de la válvula tricuspídea y pulmonar, en el mismo plano escaneado del corazón fetal.

Por la manera en que está constituida la circulación fetal, en que el ventrículo predominante es el ventrículo derecho, y en caso de insuficiencia de bomba, este ventrículo es el primero en dar manifestaciones, es de suma importancia conocer la fisiología y con ello los valores normales de este índice en este ventrículo a diferentes edades gestacionales, para con ello poder efectuar estudios en que se compare los fetos con índices miocárdicos alterados con los fetos con resultados normales y observar los resultados perinatales, y con ello poder realizar estudios de diagnóstico y curso clínico / pronóstico.

La literatura mundial muestra de manera cada vez más frecuente, posibles usos clínicos y de investigación, del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei, por lo que es imperante la construcción de tablas percentilares por semana de gestación de los valores de referencia, para con ello poder estar en una situación paralela a la investigación mundial.

Por otro lado la *Organización Mundial de Salud* justifica y recomienda la realización, de valores de normalidad de los parámetros antropométricos, por las mismas poblaciones que han de utilizar estos valores de normalidad, desaconsejando el uso de curvas de normalidad importadas de otras poblaciones diferentes a donde se pretende utilizar las mismas. (24)

## **OBJETIVO GENERAL**

- Construir curvas de referencia del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho en fetos de la semana 11 a 14 de gestación.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Realizar los índices de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho en fetos de la semana 11 a 14 de gestación.
- Realizar la Media del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho por semana de gestación y día.
- Realizar la desviación estándar del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho por semana de gestación y día.
- Realizar los score z por semana de gestación y día del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho.
- Analizar los datos obtenidos de la regresión polinomial de la media del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho por semana de gestación y día.
- Realizar curvas de referencia del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho por semana de gestación y día, a través del modelo polinomial y en forma cruda de los datos recabados.
- Realizar percentil 5 10 50 90 95 del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho por semana de gestación y día a partir de los datos crudos

- Graficar los score z del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho por semana de gestación y día.

## **DISEÑO DEL ESTUDIO**

Transversal

## **DESCRIPCION Y OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES**

### **SEMANAS DE GESTACION:**

**Definición Conceptual:** Tiempo de embarazo transcurrido a partir del primer día del último período menstrual referida por la paciente como confiable y segura.

(25)

**Definición Operacional:** Tiempo de Gestación en semanas y días de la 11.1 a 14.2, confirmado por la evaluación ultrasonográfica del primer trimestre.

**Tipo de Variable:** Cuantitativa Discreta.

**Escala de Medición:** Semanas y Días.

## **INDICE MODIFICADO DE DESEMPEÑO MIOCARDICO DE TEI DERECHO**

**Definición Conceptual y Operacional:** Marcador indirecto de la función ventricular, tanto del componente sistólico como del diastólico e independiente de la forma cardíaca. Tomando como punto de referencia los clicks de la válvula tricuspídea y pulmonar, para integrar los siguientes intervalos de tiempo: tiempo de contracción isovolumétrica (TCI), tiempo de relajación isovolumétrica (TRI) y tiempo de eyección (TE) El índice surge tras realizar la siguiente operación matemática:  $(TCI + TRI) / TE$ . <sup>(8) (11)</sup>

**Tipo de Variable:** Cualitativa Continua.

**Escala de Medición:** Unidades y centésimas

## **TIPO DE MUESTREO**

No probabilístico de casos consecutivos

## **UNIVERSO DE ESTUDIO**

Pacientes embarazadas que acuden al *Instituto Nacional de Perinatología* y que se encuentren en la semana 11 a 14 de gestación.

## **POBLACION ACCESIBLE**

Pacientes embarazadas que acudan al *Servicio de Medicina Materno Fetal* del *Instituto Nacional de Perinatología* y se realice valoración ultrasonográfica de segundo nivel, en el período comprendido de 1 Octubre del 2006 al 12 junio del 2007.

## **CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Por las recomendaciones metodológicas efectuadas *Altman y Chitty* y revisadas por *Royston y Wright*, se ha determinado que entre mayor sea el número de pacientes para la construcción de una curva de referencia, mayor será la precisión de ésta y de las percentilas generadas, recomendando un número mínimo de 30 pacientes por variable de tiempo estudiada y con ello asegurando un adecuado modelaje de la curva. (26) (27) (28) (29)

## **CRITERIOS DE INCLUSION**

- Pacientes con embarazo de 11 a 14 semanas de gestación, confirmado por ultrasonido.
- Fetos con Vitalidad
- Fetos en quienes se realice US de II nivel, por el *Departamento de Medicina Materno Fetal del Instituto Nacional de Perinatología*.

## **CRITERIOS DE NO INCLUSION**

- Fetos con defectos estructurales mayores
- Pacientes sin expediente completo
- Gestaciones Múltiples



## DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO

Se reviso la base de datos generada por la revisión ultrasonográfica de primer trimestre, de donde se recabaron los datos de la población estudiada, entre estos datos se encuentra la valoración del índice de desempeño miocárdico de Tei. Al revisar la base datos de este trimestre aseguramos, que los fetos estudiados se encontrarán de la semana 11 a 14 de gestación, ya que se efectúa una medición de longitud corana rabadilla (45 mm a 84mm), con ello corroborando la edad gestacional.

La medición se efectúo en tres equipo ultrasonográficos *Volusson 730 Expert* (GE Medical Systems) a través de transductores abdominales multifrecuencia, por cinco médicos adscritos al servicio de *Medicina Materno Fetal* con un amplia experiencia en la realización de ultrasonidos de II nivel y que cuentan con la certificación de la *Fetal Medicine Foundation* para la valoración del primer trimestre de la gestación. Con la paciente semi recostada y en ausencia de movimientos respiratorios, suspendidos de manera voluntaria por la madre y sin movimientos fetales, con una vista axial de las cuatro cámaras en proyección apical, con visualización de la válvula tricuspídea y la válvula pulmonar, posicionando el tamaño de muestra de forma que se respetara un ángulo menor de 30 grados del eje respecto a la disposición de las válvulas y con una amplitud de la muestra a 3 mm, se iniciaba el registro de la onda doppler, manteniendo el índice térmico por debajo de 1. Para poder observar de manera clara los clicks de apertura y cierre de la válvula tricuspídea y pulmonar se utilizó la máxima velocidad (15 cm/s) del barrido del doppler y las ganancias del mismo fueron reducidas y se utilizaron los filtros de pared altos, para disminuir los movimientos de sangre lentos. Una vez realizada la onda de velocidad de flujo, con los componentes plenamente visibles se coloco el cursor de tiempo, al comienzo de cada click registrado en la onda. Así el tiempo de contracción isovolumétrica estuvo constituido por el inicio del cierre de la válvula tricuspídea al inicio de la apertura de la válvula pulmonar, el tiempo de eyección se conformo por la apertura al cierre de la válvula pulmonar y finalmente el tiempo de relajación isovolumétrica se constituyo por el cierre de la válvula pulmonar a la apertura de la válvula tricuspídea. El índice se realizo de acuerdo a la formula: tiempo de contracción isovolumétrica + tiempo de relajación isovolumétrica dividido por el tiempo de eyección. (8) (11)

La base de datos se revisó del 06 de octubre del 2006 al 12 de junio del 2007. Una vez que se recolectaron los datos a través de la hoja diseñada con el propósito, se incorporaron los datos a una hoja de *Excel* (2007) así como al programa *SPSS* (versión 13)

Posteriormente se efectuó la metodología descrita por *Altman y Chitty*, para el manejo de los datos y construcción de la curva de referencia, percentiles y valores z. (26) (27) (28) (29)

## ANALISIS ESTADISTICO

A partir de los datos se realizó el análisis descriptivo de los mismos, efectuando medias, mediana, valores máximos y mínimos de las variables estudiadas. Después se agruparon los casos por semana de gestación y día efectuando el mismo análisis descriptivo, el siguiente paso fue la elaboración de la desviación estándar de la semana de gestación y día, y la elaboración de las percentiles de los datos crudos, y los valores z por semana de gestación. Todo este procedimiento se efectuó a través de *Excel* (2007)

Para la elaboración de las curvas de referencia se utilizó el programa *SPSS* (versión 13), siendo el primer paso el modelaje de la media de los datos crudos, siendo para este caso el más adecuado, la regresión cuadrática, por lo que la fórmula utilizada fue  $y=a+bx+cx^2$ . Posteriormente se realizó el cálculo de los residuos, la cual fue la diferencia entre el valor observado y la media modelada, y se compararon contra la edad gestacional, mostrando la variabilidad a través de las semanas de gestación y día. El siguiente paso fue el modelaje de la variabilidad a través de las desviaciones estándar y valorar la bondad del ajuste a través del estadístico  $R^2$ , para finalmente graficar los resultados por medio del moldeamiento efectuada por la ecuación cuadrática, el modelaje de la percentila 5 se efectuó a través de la fórmula  $p 05 = \text{Media ajustada} - (1.645 \times \text{Error estimado})$  y la percentil 95 =  $\text{Media ajustada} + (1.645 \times \text{Error estimado})$ . Además se gráfico el score z y la distribución de los valores

observados. Este procedimiento fue basado en la literatura descrita por *Altman y Chitty, Salomon J, Royston P, y Wright M*, (26) (27) (28) (29) (30) (31)

## **APECTOS ÉTICOS**

Riesgo menor al mínimo, ya que se obtuvieron los datos de una base de datos de primer trimestre.

## CAPITULO 2 MATERIAL Y METODOS

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El índice de desempeño miocárdico modificado de Tei ha mostrado su utilidad en diversos contextos clínicos y en diferentes edades de la vida. Con el advenimiento de las modificaciones realizadas en este índice, para tratar de estandarizar las mediciones se ha mostrado una mejor reproducibilidad de las mediciones.

Actualmente existe una carencia de valores de referencia en la literatura mundial, del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei, durante el primer trimestre. Los únicos datos reportados fue descrita por *Huggon et al*, con 139 pacientes para el ventrículo izquierdo y 124 pacientes para la valoración del ventrículo derecho, con la limitante que utilizó la metodología original descrita por Tei, por lo que el índice se tomaba a partir de dos mediciones doppler en diferentes tiempos de la evaluación y sin puntos de referencia para determinar los intervalos de tiempo, por lo que estos valores pueden tener deficiencias por la metodología empleada. De esta forma Huggon et al, solo reporta una media y desviación estándar para el período comprendido de 11 a 14 semanas de gestación, con la limitante que no efectuaron percentilas por semana de gestación, o bien una curva por semana en este lapso de tiempo de la gestación.

## JUSTIFICACION

Debido al pequeño tamaño de las cavidades cardíacas es posible la valoración por doppler, del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho, permitiendo la evaluación simultánea de la válvula tricuspídea y pulmonar, en el mismo plano escaneado del corazón fetal.

Por la manera en que está constituida la circulación fetal, en que el ventrículo predominante es el ventrículo derecho, y en caso de insuficiencia de bomba, este ventrículo es el primero en dar manifestaciones, es de suma importancia conocer la fisiología y con ello los valores normales de este índice en este ventrículo a diferentes edades gestacionales, para con ello poder efectuar estudios en que se compare los fetos con índices miocárdicos alterados con los fetos con resultados normales y observar los resultados perinatales, y con ello poder realizar estudios de diagnóstico y curso clínico / pronóstico.

La literatura mundial muestra de manera cada vez más frecuente, posibles usos clínicos y de investigación, del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei, por lo que es imperante la construcción de tablas percentilares por semana de gestación de los valores de referencia, para con ello poder estar en una situación paralela a la investigación mundial.

Por otro lado la *Organización Mundial de Salud* justifica y recomienda la realización, de valores de normalidad de los parámetros antropométricos, por las mismas poblaciones que han de utilizar estos valores de normalidad, desaconsejando el uso de curvas de normalidad importadas de otras poblaciones diferentes a donde se pretende utilizar las mismas. (24)

## **OBJETIVO GENERAL**

- Construir curvas de referencia del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho en fetos de la semana 11 a 14 de gestación.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Realizar los índices de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho en fetos de la semana 11 a 14 de gestación.
- Realizar la Media del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho por semana de gestación y día.
- Realizar la desviación estándar del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho por semana de gestación y día.
- Realizar los score z por semana de gestación y día del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho.
- Analizar los datos obtenidos de la regresión polinomial de la media del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho por semana de gestación y día.
- Realizar curvas de referencia del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho por semana de gestación y día, a través del modelo polinomial y en forma cruda de los datos recabados.
- Realizar percentil 5 10 50 90 95 del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho por semana de gestación y día a partir de los datos crudos

- Graficar los score z del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho por semana de gestación y día.

## **DISEÑO DEL ESTUDIO**

Transversal

## **DESCRIPCION Y OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES**

### **SEMANAS DE GESTACION:**

**Definición Conceptual:** Tiempo de embarazo transcurrido a partir del primer día del último período menstrual referida por la paciente como confiable y segura.

(25)

**Definición Operacional:** Tiempo de Gestación en semanas y días de la 11.1 a 14.2, confirmado por la evaluación ultrasonográfica del primer trimestre.

**Tipo de Variable:** Cuantitativa Discreta.

**Escala de Medición:** Semanas y Días.

## **INDICE MODIFICADO DE DESEMPEÑO MIOCARDICO DE TEI DERECHO**

**Definición Conceptual y Operacional:** Marcador indirecto de la función ventricular, tanto del componente sistólico como del diastólico e independiente de la forma cardíaca. Tomando como punto de referencia los clicks de la válvula tricuspídea y pulmonar, para integrar los siguientes intervalos de tiempo: tiempo de contracción isovolumétrica (TCI), tiempo de relajación isovolumétrica (TRI) y tiempo de eyección (TE) El índice surge tras realizar la siguiente operación matemática:  $(TCI + TRI) / TE$ . <sup>(8) (11)</sup>

**Tipo de Variable:** Cualitativa Continua.

**Escala de Medición:** Unidades y centésimas

## **TIPO DE MUESTREO**

No probabilístico de casos consecutivos

## **UNIVERSO DE ESTUDIO**

Pacientes embarazadas que acuden al *Instituto Nacional de Perinatología* y que se encuentren en la semana 11 a 14 de gestación.

## **POBLACION ACCESIBLE**

Pacientes embarazadas que acudan al *Servicio de Medicina Materno Fetal* del *Instituto Nacional de Perinatología* y se realice valoración ultrasonográfica de segundo nivel, en el período comprendido de 1 Octubre del 2006 al 12 junio del 2007.



## **CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Por las recomendaciones metodológicas efectuadas *Altman y Chitty* y revisadas por *Royston y Wright*, se ha determinado que entre mayor sea el número de pacientes para la construcción de una curva de referencia, mayor será la precisión de ésta y de las percentilas generadas, recomendando un número mínimo de 30 pacientes por variable de tiempo estudiada y con ello asegurando un adecuado modelaje de la curva. (26) (27) (28) (29)

## **CRITERIOS DE INCLUSION**

- Pacientes con embarazo de 11 a 14 semanas de gestación, confirmado por ultrasonido.
- Fetos con Vitalidad
- Fetos en quienes se realice US de II nivel, por el *Departamento de Medicina Materno Fetal del Instituto Nacional de Perinatología*.

## **CRITERIOS DE NO INCLUSION**

- Fetos con defectos estructurales mayores
- Pacientes sin expediente completo
- Gestaciones Múltiples

## DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO

Se reviso la base de datos generada por la revisión ultrasonográfica de primer trimestre, de donde se recabaron los datos de la población estudiada, entre estos datos se encuentra la valoración del índice de desempeño miocárdico de Tei. Al revisar la base datos de este trimestre aseguramos, que los fetos estudiados se encontrarán de la semana 11 a 14 de gestación, ya que se efectúa una medición de longitud corana rabadilla (45 mm a 84mm), con ello corroborando la edad gestacional.

La medición se efectúo en tres equipo ultrasonográficos *Voluson 730 Expert* (GE Medical Systems) a través de transductores abdominales multifrecuencia, por cinco médicos adscritos al servicio de *Medicina Materno Fetal* con un amplia experiencia en la realización de ultrasonidos de II nivel y que cuentan con la certificación de la *Fetal Medicine Foundation* para la valoración del primer trimestre de la gestación. Con la paciente semi recostada y en ausencia de movimientos respiratorios, suspendidos de manera voluntaria por la madre y sin movimientos fetales, con una vista axial de las cuatro cámaras en proyección apical, con visualización de la válvula tricuspídea y la válvula pulmonar, posicionando el tamaño de muestra de forma que se respetara un ángulo menor de 30 grados del eje respecto a la disposición de las válvulas y con una amplitud de la muestra a 3 mm, se iniciaba el registro de la onda doppler, manteniendo el índice térmico por debajo de 1. Para poder observar de manera clara los clicks de apertura y cierre de la válvula tricuspídea y pulmonar se utilizó la máxima velocidad (15 cm/s) del barrido del doppler y las ganancias del mismo fueron reducidas y se utilizaron los filtros de pared altos, para disminuir los movimientos de sangre lentos. Una vez realizada la onda de velocidad de flujo, con los componentes plenamente visibles se coloco el cursor de tiempo, al comienzo de cada click registrado en la onda. Así el tiempo de contracción isovolumétrica estuvo constituido por el inicio del cierre de la válvula tricuspídea al inicio de la apertura de la válvula pulmonar, el tiempo de eyección se conformo por la apertura al cierre de la válvula pulmonar y finalmente el tiempo de relajación isovolumétrica se constituyo por el cierre de la válvula pulmonar a la apertura de la válvula tricuspídea. El índice se realizo de acuerdo a la formula: tiempo de contracción isovolumétrica + tiempo de relajación isovolumétrica dividido por el tiempo de eyección. (8) (11)

La base de datos se revisó del 06 de octubre del 2006 al 12 de junio del 2007. Una vez que se recolectaron los datos a través de la hoja diseñada con el propósito, se incorporaron los datos a una hoja de *Excel* (2007) así como al programa *SPSS* (versión 13)

Posteriormente se efectuó la metodología descrita por *Altman y Chitty*, para el manejo de los datos y construcción de la curva de referencia, percentiles y valores z. (26) (27) (28) (29)

## ANALISIS ESTADISTICO

A partir de los datos se realizó el análisis descriptivo de los mismos, efectuando medias, mediana, valores máximos y mínimos de las variables estudiadas. Después se agruparon los casos por semana de gestación y día efectuando el mismo análisis descriptivo, el siguiente paso fue la elaboración de la desviación estándar de la semana de gestación y día, y la elaboración de las percentiles de los datos crudos, y los valores z por semana de gestación. Todo este procedimiento se efectuó a través de *Excel* (2007)

Para la elaboración de las curvas de referencia se utilizó el programa *SPSS* (versión 13), siendo el primer paso el modelaje de la media de los datos crudos, siendo para este caso el más adecuado, la regresión cuadrática, por lo que la fórmula utilizada fue  $y=a+bx+cx^2$ . Posteriormente se realizó el cálculo de los residuos, la cual fue la diferencia entre el valor observado y la media modelada, y se compararon contra la edad gestacional, mostrando la variabilidad a través de las semanas de gestación y día. El siguiente paso fue el modelaje de la variabilidad a través de las desviaciones estándar y valorar la bondad del ajuste a través del estadístico  $R^2$ , para finalmente graficar los resultados por medio del moldeamiento efectuada por la ecuación cuadrática, el modelaje de la percentila 5 se efectuó a través de la fórmula  $p 05 = \text{Media ajustada} - (1.645 \times \text{Error estimado})$  y la percentil 95 =  $\text{Media ajustada} + (1.645 \times \text{Error estimado})$ . Además se gráfico el score z y la distribución de los valores

observados. Este procedimiento fue basado en la literatura descrita por *Altman y Chitty, Salomon J, Royston P, y Wright M*, (26) (27) (28) (29) (30) (31)

## **APECTOS ÉTICOS**

Riesgo menor al mínimo, ya que se obtuvieron los datos de una base de datos de primer trimestre.

## CAPITULO 3 RESULTADOS

Se revisaron un total de 416 registros de fetos que cumplieron con los criterios de selección del 6 de Octubre 2006 al 12 de junio del 2007. El grupo constituido por pacientes con edad mayor de 35 años, representó el 17.8% de la población total estudiada, mientras que las pacientes con edad menor de 18 años correspondió al 11%.

La Media de la edad materna fue de 29.5 años y la mediana de 30 años, con valores mínimos y máximos de 13 a 44 años respectivamente, con percentil 5 de la población a una edad de 18 años y una percentil 95 a los 39 años.

En cuanto a las semanas de gestación se observó, una media de 13.04 semana, con una mediana de 13.1 semana, con un valor mínimo de 11.3 y un valor máximo de 14.2 semanas.

El porcentaje de pacientes vistas por semana de gestación completa fue para la semana 11 del 3%, para la semana 12 del 30%, para la semana 13 del 56.7% y finalmente para la semana 14 fue del 10.1% de la población total. En la siguiente figura se representa el porcentaje de pacientes por semana de gestación.

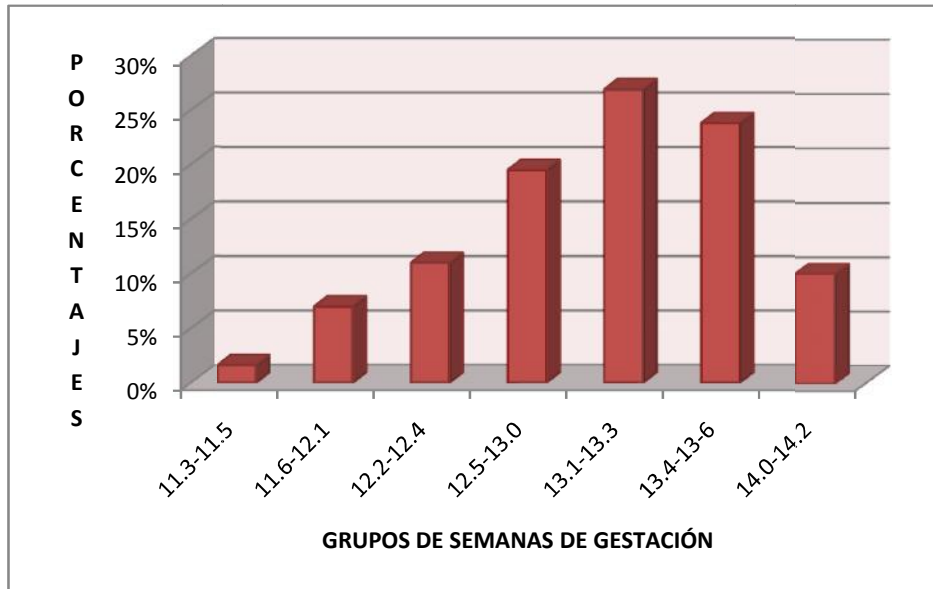


Figura 1 Distribución de las semanas de gestación en grupos y expresados en porcentajes

En cuanto a los antecedentes obstétricos, la media de las gestaciones fue de 2.64 con una mediana de 3, con límites máximos de 7 y mínimos de 1, para los partos se observó un número máximo de 4, por lo que respecta a los abortos se obtuvo un valor máximo de 5 y finalmente para la cesárea se observó un límite máximo de 4. En las siguientes figuras se muestran las distribuciones en porcentajes de las gestaciones, partos, cesáreas y abortos de la población estudiada.

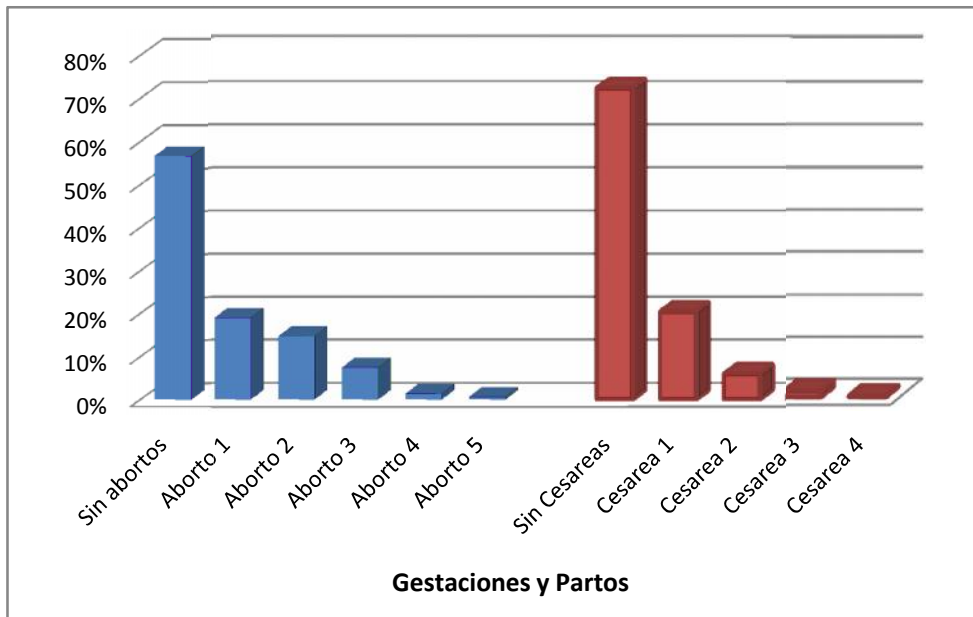


Figura 2 Representación en porcentaje de las Gestaciones y de los partos del total del grupo estudiado.

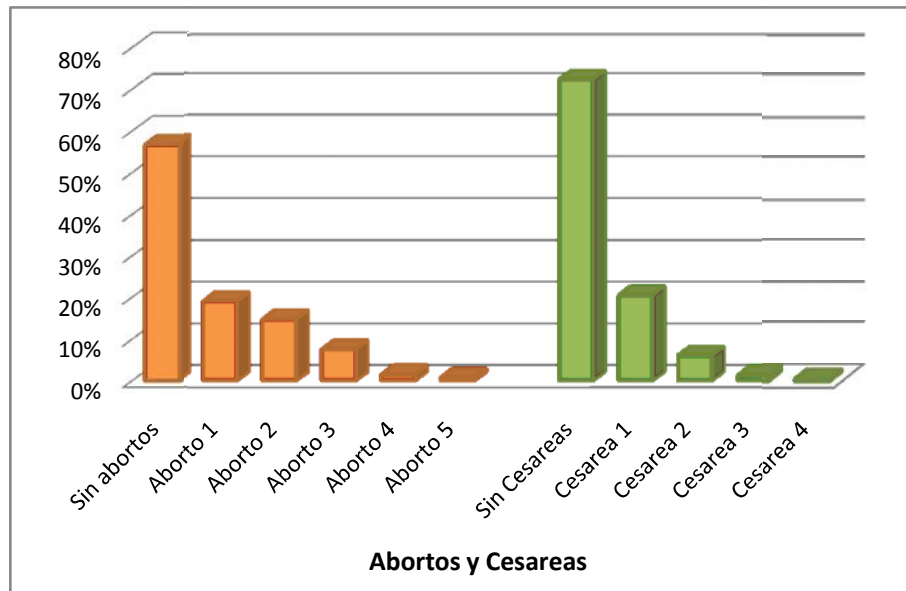


Figura 3 Representación en porcentaje de los abortos y cesáreas del grupo total estudiado.

La Media del índice de desempeño miocárdico modificado derecho (Tei derecho) fue de 0.4068, con una mediana de 0.400, una DE  $\pm$  0.15027. La percentila 5, 50 y 95 de los datos crudos para la semana 11.3 a 14.2 de gestación están representados en el siguiente cuadro:

<b>Percentila</b>	<b>Índice Miocárdico Modificado de Tei Derecho</b>
<b>5</b>	.1900
<b>10</b>	.2100
<b>50</b>	.4000
<b>90</b>	.6130
<b>95</b>	.7000

Tabla 1 Valores de los percentiles 5, 10, 50, 90 y 95 de los datos crudos para el índice de desempeño miocárdico de Tei derecho para la semana 11.3 a 14.2 de gestación.



En el siguiente cuadro se muestra la media, mediana, valor máximo, valor mínimo y desviación estándar por semana de gestación y día para el índice de desempeño modificado de Tei derecho.

Semana y Día	Media	Mediana	V Max.	V Min.	DE
11.3	0.58	0.58	0.58	0.58	
11.4	0.49	0.46	0.62	0.39	0.117898
11.5	0.43	0.38	0.57	0.34	0.122882
11.6	0.471	0.44	0.69	0.34	0.122706
12	0.43	0.42	0.84	0.20	0.208473
12.1	0.4343	0.43	0.84	0.16	0.195987
12.2	0.4792	0.45	0.83	0.17	0.221226
12.3	0.397	0.42	0.71	0.21	0.148851
12.4	0.4622	0.44	0.96	0.19	0.184956
12.5	0.4433	0.46	0.70	0.19	0.141152
12.6	0.3785	0.41	0.55	0.16	0.109031
13	0.3708	0.35	0.75	0.18	0.141507
13.1	0.4037	0.40	0.72	0.15	0.136652
13.2	0.4178	0.46	0.69	0.14	0.152015
13.3	0.4666	0.42	0.80	0.20	0.146301
13.4	0.3757	0.37	0.75	0.16	0.151387
13.5	0.3905	0.40	0.62	0.18	0.126885
13.6	0.3786	0.38	0.75	0.16	0.127375
14	0.3418	0.36	0.56	0.18	0.119985

Tabla 2 Media, Mediana, valor máximo (V Max.), valor mínimo (V Min.) y desviación estándar (DE) por semana de gestación y día, del índice de desempeño modificado de Tei derecho

En la siguiente tabla se muestran los percentiles 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95 de los datos crudos, del índice miocárdico modificado de Tei derecho por semana de gestación.

Semana y Día	5	10	25	50	75	90	95
11.4	0.40	0.40	0.43	0.46	0.54	0.59	0.60
11.5	0.34	0.35	0.36	0.38	0.48	0.53	0.55
11.6	0.34	0.37	0.41	0.44	0.51	0.61	0.65
12	0.20	0.21	0.29	0.42	0.57	0.66	0.75
12.1	0.17	0.19	0.30	0.43	0.55	0.66	0.74
12.2	0.20	0.23	0.30	0.45	0.66	0.78	0.81
12.3	0.21	0.22	0.33	0.39	0.42	0.58	0.64
12.4	0.30	0.31	0.35	0.44	0.49	0.67	0.91
12.5	0.20	0.25	0.37	0.46	0.54	0.59	0.63
12.6	0.20	0.22	0.31	0.41	0.45	0.51	0.55
13	0.19	0.21	0.27	0.35	0.43	0.55	0.66
13.1	0.20	0.21	0.33	0.40	0.48	0.56	0.66
13.2	0.18	0.20	0.36	0.46	0.50	0.61	0.64
13.3	0.26	0.32	0.38	0.42	0.54	0.65	0.71
13.4	0.18	0.20	0.23	0.37	0.46	0.58	0.67
13.5	0.19	0.21	0.31	0.40	0.46	0.51	0.61
13.6	0.19	0.22	0.30	0.38	0.43	0.50	0.60
14	0.20	0.22	0.23	0.36	0.40	0.48	0.52

Tabla 3 Percentil 5, 10, 25, 50, 75, 90 y 95 del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho, por semana gestacional y día basado en los datos crudos.

Se gráfico la media del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho, con las semanas de gestación, observándose una disminución del índice, con el avance de las semanas de gestación.

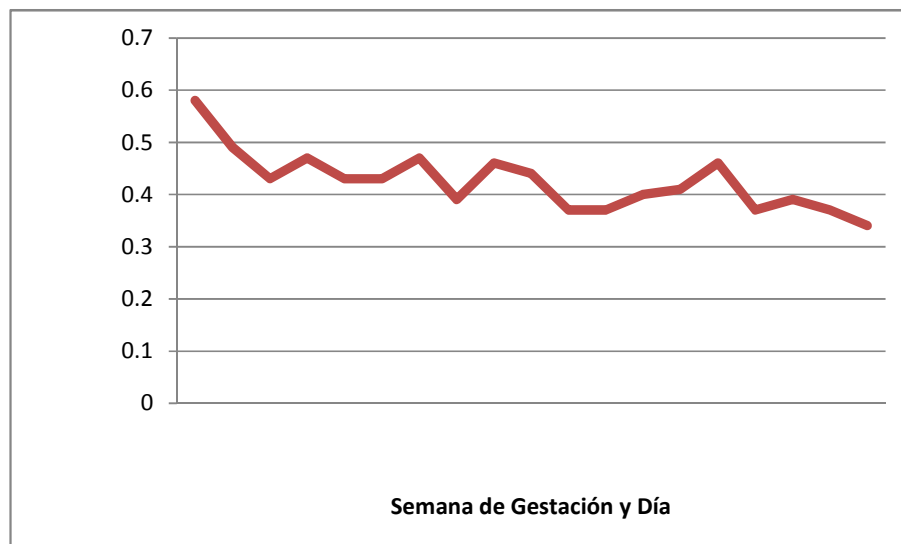


Figura 4 Representación esquemática del comportamiento del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho, por semana de gestación.

En la siguiente tabla se observa los diferentes modelos polinomiales efectuados al índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho, para el modelaje de la media por semana de gestación. Como se puede observar los mejores valores observados del coeficiente de determinación ( $R^2$ ), corresponden al modelo cuadrático. Mientras que en la figura 9 se observa la representación de las mediciones del índice por semana, en relación a los modelos polinomiales.

La media se modelo por medio de la formula:  $y = \text{constante del polinomio} + B_0 (\text{Media semanas de gestación}) + B_1 (\text{Media de las semanas de gestación})^2$

	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Ajustada	Error Estimado	Constante	B1	B2
<b>Linear</b>	.121	.015	.012	.149	.797	-.029	
<b>Logarítmico</b>	.122	.015	.013	.149	1.411	-.389	
<b>Cuadrático</b>	.133	.018	.013	.149	3.913	-.508	.018
<b>Cúbico</b>	.133	.018	.013	.149	2.894	-.271	.000
<b>Poder</b>	.133	.013	.010	.381	4.081	-.920	

Tabla 4 Modelos de Regresión polinomial aplicados para el modelaje de la media del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho. R: Coeficiente de correlación, R<sup>2</sup> Coeficiente de Determinación. Se observa error estimado, constante B1 y B2 para cada modelo de regresión polinomial.

## INDICE DE DESEMPEÑO MIOCÁRDICO MODIFICADO DERECHO

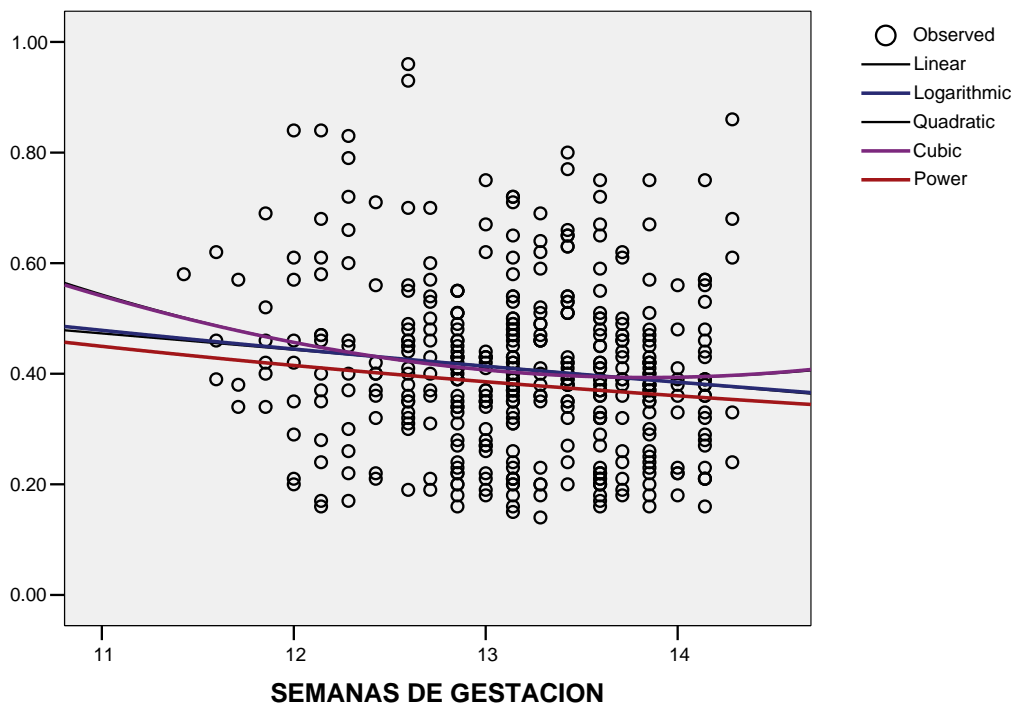


Figura 5 Scatterplot de los índices de Desempeño Miocárdico Modificado de Tei derecho y los Modelos de Regresión Logística por semana y día de gestación.

Una vez modelada la media por el abordaje polinomial cuadrático, el cual se consiguió por la fórmula: Índice de desempeño miocárdico modificado derecho (percentil 50) =  $3.913 + (-.508 \times \text{semanas}) + (.018 \times \text{semanas} \times \text{semanas})$ , que corresponde al despeje de la fórmula para regresión cuadrática = constante  $\times B_0 \times \text{semanas} + B_1 \times (\text{semanas})^2$  se construyó la curva de referencia. La percentil 05 y 95 fueron construidas de la siguiente forma: percentil 5: media ajustada  $- 1.645$  (error estándar) y percentila 95: media ajustada  $+ 1.645$  (error estándar).

En la siguiente figura se observa la estimación de la curva del índice de desempeño miocárdico modificado derecho, por la regresión polinomial cuadrática, mostrando los valores de acuerdo a las semanas de gestación, con los percentiles 5, 50 y 95.

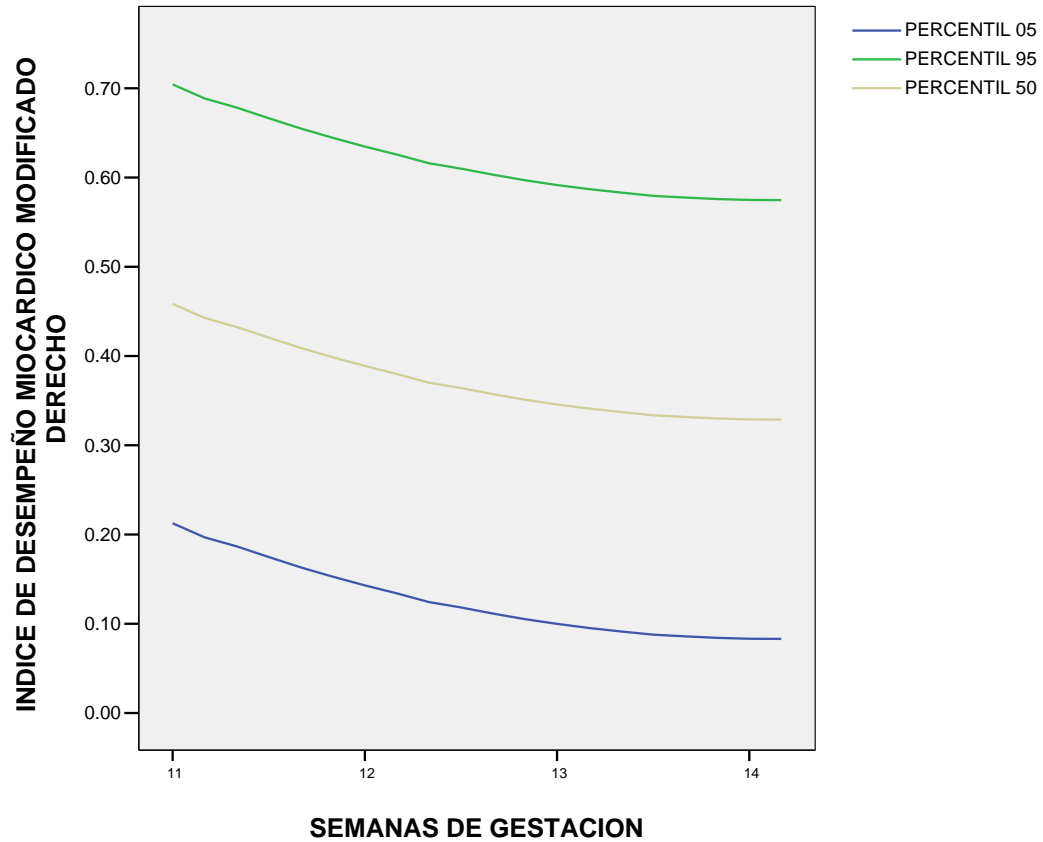


Figura 6 Curvas de referencia del Índice de Desempeño Miocárdico Modificado de Tei derecho, a través de la regresión polinomial de segundo grado, por semana de gestación y día, con representación de la percentil 5, 50 y 95.

La distribución de los casos, con el modelo de regresión polinomial cuadrático, con sus respectivas percentilas (05, 50 y 95) y su representación en semanas con el índice de desempeño miocárdico modificado derecho, se ilustra en la siguiente figura.

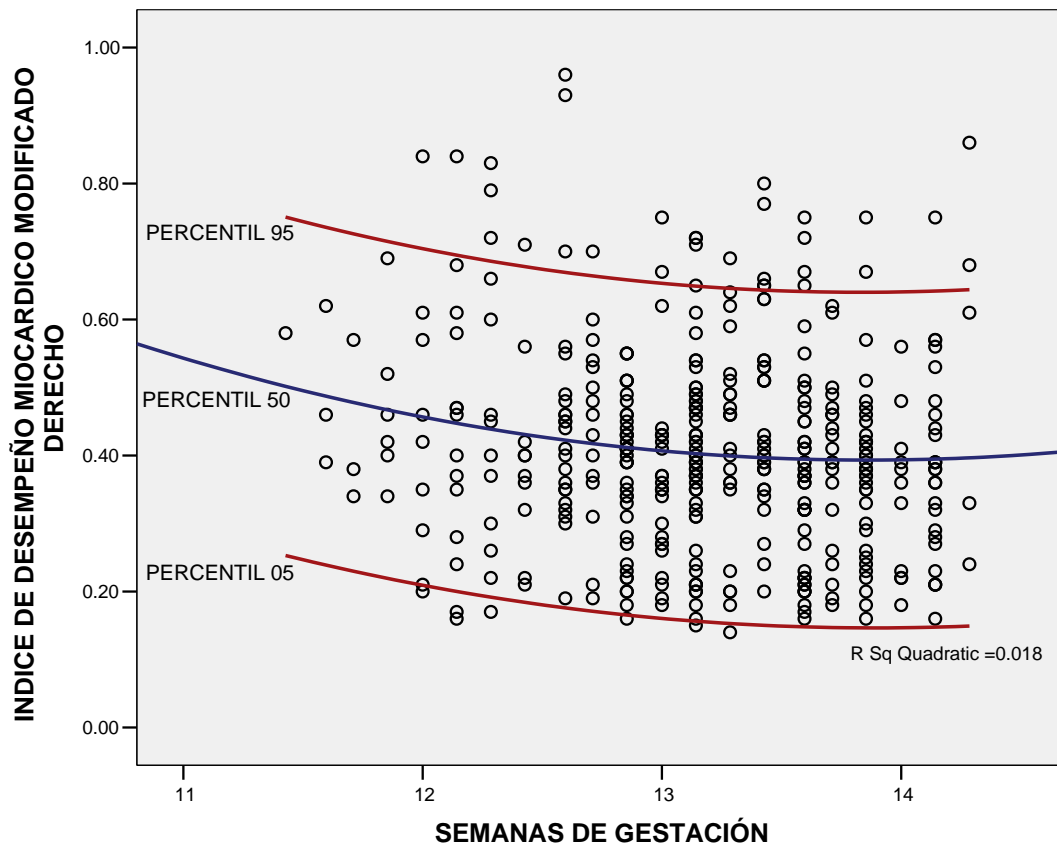


Figura 7 Curva de Referencia del Índice de desempeño miocárdico modificado derecho por semana de gestación, mostrando las percentilas 05, 50 y 95, por medio de la regresión polinomial cuadrática.

De la figura anterior se observa que de acuerdo a nuestros datos, 27 mediciones se encuentran por arriba de la percentila 95 y por abajo se encuentran 7 mediciones.

En la siguiente figura se muestra la transformación de los valores del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho a z score ((valor real – media SDG) / desviación estándar), y su correspondencia con las semanas de gestación y  $\pm 1.96$ , quedando en el centro los valores normales,

por lo que encontramos que 15 mediciones sobrepasan el + 1.96 z score, a partir de la semana 12.

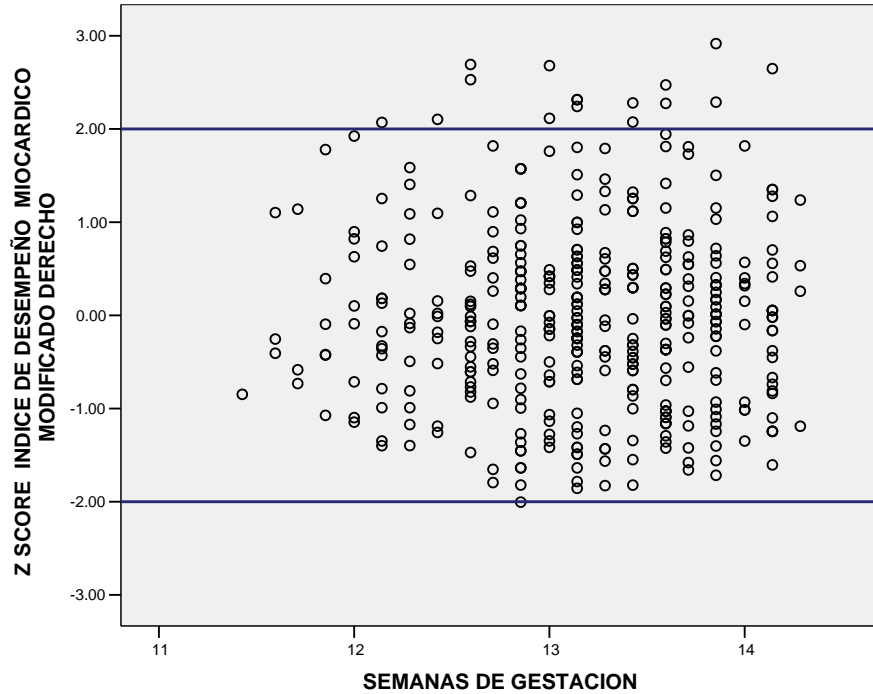


Figura 8 Scatterplot de las mediciones obtenidas del índice de desempeño miocárdico de Tei Derecho, en valores de Z score + 1.96 y - 1.96, por día de gestación.

Para representar de manera gráfica la distribución de nuestros datos y la correspondencia del índice miocárdico modificado con las semanas de gestación se efectuó una grafica p-p la cual se muestra a continuación.



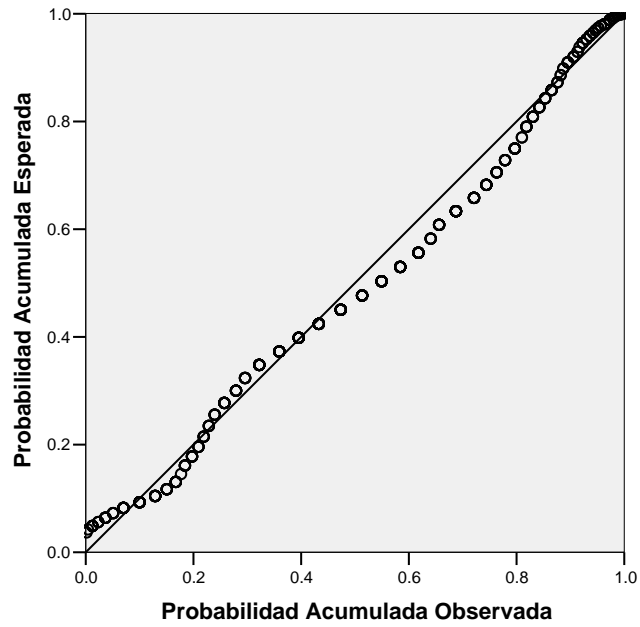


Figura 9 P-P Plot Mostrando la correspondencia de la distribución de una variable contra otra variable

Se efectuó la prueba estadística de Kolmogorov – Smirnov, para comprobar la distribución normal de los datos observados, arrojando un valor de 1.599, con ello comprobando su normalidad.

Finalmente se muestra las percentiles del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho, por semana de gestación modelados a través de la regresión polinomial cuadrática.

<b>Semana</b>	<b>P 5</b>	<b>P 50</b>	<b>p 95</b>	<b>DE</b>
<b>11.4</b>	0.21	0.46	0.60	.12
<b>11.5</b>	0.20	0.44	0.55	.12
<b>11.6</b>	0.19	0.43	0.65	.12
<b>12</b>	0.17	0.42	0.75	.21
<b>12.1</b>	0.16	0.41	0.74	.20
<b>12.2</b>	0.15	0.40	0.81	.22
<b>12.3</b>	0.14	0.39	0.64	.15
<b>12.4</b>	0.13	0.38	0.91	.18
<b>12.5</b>	0.12	0.37	0.63	.14
<b>12.6</b>	0.12	0.36	0.55	.11
<b>13</b>	0.11	0.36	0.66	.14
<b>13.1</b>	0.11	0.35	0.66	.14
<b>13.2</b>	0.10	0.35	0.64	.15
<b>13.3</b>	0.10	0.34	0.71	.15
<b>13.4</b>	0.09	0.34	0.67	.15
<b>13.5</b>	0.09	0.33	0.61	.13
<b>13.6</b>	0.09	0.33	0.60	.13
<b>14</b>	0.08	0.33	0.52	.12

Tabla 5 Percentiles 5, 50 y 95 por semana de gestación del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei Derecho, Datos modelados por regresión polinomial en su variante cuadrática. DE: Desviación estándar.

## CAPITULO 4 DISCUSION

Se observo que la distribución de la edad materna estudiada es muy homogénea, con una media de 29.5 años, donde los extremos de la vida reproductiva estuvieron representado por el 17.8% para las pacientes mayores de 35 años y por el 3.8% para las pacientes menores de 16 años.

En cuanto las semanas de gestación estudiada, la semana que conto con mayor número de casos fue la semana 13 de gestación, pero con datos suficientes para poder integrar las tablas percentilares de la semana 11.4 a 14 de gestación.

Este es el primer estudio que se realiza sobre la identificación del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho en el primer trimestre de la gestación, utilizando la técnica descrita por *Hernández. Andrade et al*, para identificar en un solo momento las ondas y clicks característicos para lograr con ello una mejor precisión y reproducibilidad de los resultados. <sup>(8) (11)</sup> Además de ser el primer estudio que reporta una curva de normalidad para estas semanas de gestación, ya que otros autores que realizaron este abordaje, solo reportan la media para su periodo estudiado con cerca del 25% de la población, que estudiamos en el presente estudio. <sup>(14)</sup>

Así este estudio es el primero en reportar valores de referencia dentro del primer trimestre (11.4 – 14) por medio de curvas y tablas percentilares, con un tamaño de muestra importante, con las recomendaciones técnicas actuales, y con los procedimientos metodológicos descritos en la literatura mundial para la adecuada realización de curvas de normalidad. <sup>(24) (27) (28)</sup>

Los médicos que participaron en la realización del presente estudio, habían realizado más de 60 evaluaciones de este índice, en la localización descrita y en las semanas de interés, antes de haber comenzado con el

estudio, por lo que se tenían una adecuada curva de aprendizaje, que permitió que los valores de correlación intraclase intra e inter observador, sean muy cercanos a los valores descritos por *Hernández-Andrade et al*, ya que se utilizó la normativa propuesta por él. <sup>(8)</sup> Estos valores son de 0.8 (IC 95% 0.56-0.90) para el intra observador, mientras que la variabilidad inter observador fue de 0.00 (IC 95% -0.09 - +0.09) <sup>(11)</sup>

Se encontró una media del índice del 0.400 con una desviación estándar de  $\pm 0.1502$ , lo cual parece corresponder a los valores reportados por *Huggon et al* dentro del primer trimestre (Izquierdo  $0.378 \pm 0.110$  y derecho  $0.352 \pm 0.115$ ) y quizá la pequeña diferencia depende de la metodología empelada para la obtención del índice. <sup>(14)</sup>

En nuestro estudio se aprecia tanto en los datos crudos como en los datos modelados por la ecuación cuadrática, una tendencia a la disminución de los valores de éste índice, mientras transcurren las semanas de gestación, lo cual muestra coherencia con lo reportado con otros autores como *Tsutsumi* valorando otros periodos de la gestación. <sup>(15)</sup> Sin embargo algunos otros autores han valorado en otras semanas de gestación, y por medio del ventrículo izquierdo una tendencia a que el índice se mantenga relativamente estable con un incremento al final de la gestación. <sup>(6) (8)</sup>

Nuestros datos muestran una percentil 50 de .40, mientras que la percentil 95 se encuentra en .70 y la 05 en .19, para las semanas de gestación: 11.3 a 14.2, sin embargo estos datos tendrán que tomarse con cautela, dado que falta completar el tamaño de muestra en los extremos de la gestación, y por el hecho que son los primeros reportados, dificultando su comparación con otros estudios.

Como se puede observar en las tablas percentilares, tanto de los datos crudos como de las moldeadas por la regresión polinomial, se observa un decremento del índice en el primer trimestre.

Sin embargo por medio de la Curva de regresión polinomial y por la transformación de los valores  $z$ , podemos claramente observar los valores de normalidad, delimitados por las percentilas y por el valor  $z$  de  $\pm 1.96$ , desviaciones estándar respectivamente, con ello incorporando utilidad clínica a la primera curva de referencia del primer trimestre, del índice de desempeño miocárdico modificado de Tei derecho.

## **CAPITULO 5 CONCLUSION:**

El ventrículo derecho, durante la vida fetal, es el más importante dado su dominancia, a causa de la especial configuración de la circulación fetal.

A pesar de ser el primer estudio que cuenta con curvas de referencia de éste índice en el primer trimestre, es necesaria la inclusión de un mayor número de valoraciones, para ampliar las semanas de gestación y el volumen por semana y día estudiado, para con ello ampliar la precisión de las percentilas y de la misma curva.

Nuestras curvas de normalidad y tablas percentilares muestran una tendencia a la disminución del índice de desempeño miocárdico modificado derecho, al ir progresando las semanas de gestación.

Este protocolo cumple con las recomendaciones emitidas por la OMS, constituyendo las primeras curvas de normalidad de éste índice en la semana 11.3 a 14 de gestación, por lo que se puede comenzar con protocolos de curso clínico y pronóstico relacionados con la utilización de este índice en población Mexicana.

## BIBLIOGRAFIA

1. **Allan Lindsey.** *Cardiac anatomy screening: what is the best time for screening in pregnancy?* Curr Opin Obstet Gynecol 2003;15: 143-146.
2. **Mäkikallio K, Jouppila P, Räsänen J.** *Human fetal cardiac function during the first trimester of pregnancy.* Heart 2005; 91: 334-338.
3. **Ben-Ami M, Peleg D, Haddad S, Perlitz Y.** *Normal cardiac flow velocities at 14 -16 weeks of gestation measured by transvaginal ultrasound.* Ultrasound Obstet Gynecol, 2002;19: 47-50.
4. **Van Splunder I, Wladimiroff W.** *Cardiac functional changes in the human fetus in the late first and early second trimester.* Ultrasound Obstet Gynecol 1996;7: 411-415.
5. **Malakan-Rad, Momtazmanesh N.** *Doppler derived right ventricular myocardial performance index in neonates: Normal values.* Acta Medica Iranica 2002;40: 226-229.
6. **Friedman D, Buyon J, Kim M, Glickstein.** *Fetal Cardiac function assessed bu doppler myocardial performance index (Tei index).* Ultrasound Obstet Gynecol 2003;2: 33-36.
7. **Raboissson M, Bourdages M, Fouron J.** *Measuring Left ventricular myocardial performance index in fetuses.* Am J Cardiol 2003;91: 919-921.
8. **Hernández-Andrade E, Figueroa-Diesel H, Kottman C, Illanes S, Arraztoa J, Acosta-Rojas R, Gratacos E.** *Gestational age adjusted reference values for the modified myocardial performance index for evaluation of fetal left cardiac function.* Ultrasound Obstet Gynecol 2007;29: 321-325.
9. **Eidem B, Edwards J, Cetta F.** *Quantitative assessment of fetal ventricular function: establishing normal values of the myocardial performance index in the fetus.* Echocardiography 2001;18: 9-13.
10. **Tei C, Nishimura R, Seward J, Tajik A.** *Noninvasive doppler-derived myocardial performance index: correlation with simultaneous measurements of cardiac catheterization measurement.* J Am Soc Echocardiogr 1997;10: 722-727.
11. **Hernandez- Andrade E, Lopez- Tenorio J, Figueroa-Diesel H, SAnin-Blair J, Carreras E, Cabero L, Gratacos E.** *A modified myocardial performance (Tei) index based on the use of valve clicks improves reproducibility of fetal left cardiac function assessment.* Ultrasound Obstet Gynecol 2005;26: 227-232.

12. **Poulsen S, Jensen S, Nielson J, Moller J, Estrup K.** *Serial Changes and prognostic implications of a doppler derived index combined left ventricular systolic and diastolic myocardial performance in acute myocardial infarction.* Am J Cardiol, 2000;85:18-25.
13. **Mori Y, Rice M, Mc Donald R, Reller W, Wanitkun S, Harada K, Sahn D.** *Evaluation of systolic and diastolic ventricular performance of the right ventricle in fetuses with ductal constriction using the doppler Tei index.* Am J Cardiol 2001;88: 1173-1178.
14. **Huggon I, Turan O, Allan D.** *Doppler assessment of cardiac function at 11 - 14 weeks gestational in fetuses with normal and increased nuchal translucency.* Ultrasound Obstet Gynecol 2004;24: 390-398.
15. **Ichizuka K, Matsuoka R, Hasegawa J, Shirato N, Kimbo M, Orsuki K, Sekizawa A, Farina A, Okai T.** *The Tei index for evaluation of fetal myocardial performance in sick fetuses.* Early Human Development 2005;81: 273-279.
16. **Ichihashi K, Yada Y, Takahashi N, Honma Y, Momoi M.** *Utility of a doppler derived index combining systolic and diastolic performance (Tein index) for detecting hypoxic cardiac damage in newborn.* J. Perinat. Med 2005;33: 549-552.
17. **Inamura N, Taketazu M, Smallhorn J, Hornberger L.** *Left Ventricular Myocardial Performance in the fetus with severe tricuspid valve disease and tricuspid insufficiency.* Am J Perina 2005;22: 91-97.
18. **Tei C, Ling L, Hodge D, Bailey K, Ok J, Rodenheffer R, Tajik A, Seward J.** *NEw index of combined systolic and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function- a study in normal and dilated cardiomyopathy.* J Cardiol 1995;26: 357-366.
19. **Ishii M, Tsutsumi T, Himeno W, Eto G, Furiu J.** *Sequential evaluation of left ventricular myocardial performance in children after anthracycline therapy.* Am J Cardiol 2000;86: 1279-1281.
20. **Mooradian S, Goldberg C, Crowley D, Ludomirsky A.** *Evaluation of a noninvasive index of global ventricular function to predict rejection after pediatric cardiac transplantation.* Am J Cardiol 2000;86: 358-360.
21. **Williams R, Ritter S, Tani S, Pagotto L, Minich L.** *Quantitative assessment of ventricular function in children with a single ventricle using doppler myocardial performance index.* Am J Cardiol 2000;86: 1106-1110.
22. **Guorong L, Yanying L, Zhenhua W, Shaozheng H.** *Echocardiography in evaluating fetal heart Tei and its applications.* Ultrasound Med Biol 2006: 257-260.



23. **Mori Y, Rice M, Mc Donal R, Reller M, Wanitkun S, Harada K, Sahn D.** *Evaluation of systolic and diastolic ventricular performance of the right ventricle in fetuses with ductal constriction using the doppler Tei index.* *Am J Cardiol* 2001;88:. 1173-1177.
24. **WHO Technical Report, Series.** *Physical status: The use and interpretation of anthropometry.* Geneva : WHO, 1995. 92 4 120854 6/0512-3054.
25. **Degani S.** *Fetal Biometry: Clinical, pathological, an technical considerations.* *Obstet Gyn Surv.* 200; 27: 159-167.
26. **Royston P., Wright E. M.** *How to construct normal ranges for fetal variables.* *Ultrasound Obstet Gyn.* 1998;11: 30-38.
27. **Altman D.G, Chitty L. S.** *Charts of fetal size: 1 Methodology.* *Br J Obstet Gynaecol.* 1994;101: 29-34.
28. **Chitty L.S, Altman D. G, Henderson A, Campbell S.** *Charts of Fetal size: 2 Head Measurements.* *Br J Obstet Gynaecol.* 1993;101: 35-43.
29. **Silverwood R.J, Cole T.J.** *Statistical Opinion.* *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2007; 29: 6-13.
30. **Salomon L. J, Bernard J. P, Ville Y.** *Analysis of Z- score distribution for the quality control of fetal ultrasound measurement at 20 - 24 weeks.* *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2005; 26: 750-754.
31. **Salomon L. J, Bernard J. P, Duyme M, Buvat I, Ville Y.** *The impact of choice of reference charts and equations on the assessment of fetal biometry.* *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2005; 25: 559-565.

## ANEXO 1

### ESTANDARIZACION DE LA TÉCNICA

La medición se efectuó en tres equipo ultrasonográficos Voluson 730 Expert (GE Medical Systems) a través de transductores abdominales multifrecuencia. Con la paciente semi recostada y en ausencia de movimientos respiratorios, suspendidos de manera voluntaria por la madre y sin movimientos fetales, con una vista axial de las cuatro cámaras en proyección apical, con visualización de la válvula tricuspídea y la válvula pulmonar, posicionando el tamaño de muestra de forma que se respetara un ángulo menor de 30 grados del eje respecto a la disposición de las válvulas y con una amplitud de la muestra a 3 mm, se iniciaba el registro de la onda doppler, manteniendo el índice térmico por debajo de 1. Para poder observar de manera clara los clicks de apertura y cierre de la válvula tricuspídea y pulmonar se utilizó la máxima velocidad (15 cm/s) del barrido del doppler y las ganancias del mismo fueron reducidas y se utilizaron los filtros de pared altos, para disminuir los movimientos de sangre lentos. Una vez realizada la onda de velocidad de flujo, con los componentes plenamente visibles se colocó el cursor de tiempo, al comienzo de cada click registrado en la onda. Así el tiempo de contracción isovolumétrica estuvo constituido por el inicio del cierre de la válvula tricuspídea al inicio de la apertura de la válvula pulmonar, el tiempo de eyección se conformó por la apertura al cierre de la válvula pulmonar y finalmente el tiempo de relajación isovolumétrica se constituyó por el cierre de la válvula pulmonar a la apertura de la válvula tricuspídea. El índice se realizó de acuerdo a la fórmula: tiempo de contracción isovolumétrica + tiempo de relajación isovolumétrica dividido por el tiempo de eyección. (8) (11)

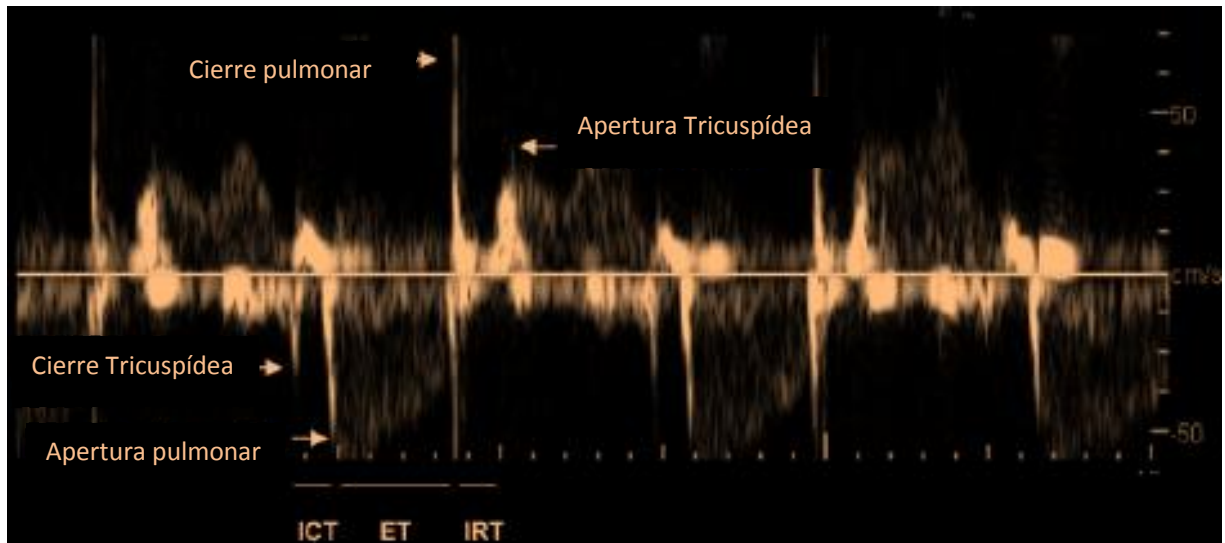


Figura 1 Representación armada de los clicks de cierre y apertura de la válvula tricuspídea y pulmonar, para delimitar los tiempos de evaluación, ICT : Tiempo de contracción isovolumétrica, ET : Tiempo de Eyección, IRT: Tiempo de relajación isovolumétrica. Índice miocárdico de desempeño modificado de Tei =  $ICT + IRT / ET$ .

## ANEXO 2

### HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

#### INSTITUTO NACIONAL DE PERINATOLOGIA

#### Departamento De Medicina Materno Fetal

Fecha de Captura: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Registro: \_\_\_\_\_

Edad Gestacional: \_\_\_\_\_

Gesta: \_\_\_\_\_ Para: \_\_\_\_\_

Aborto: \_\_\_\_\_ Cesárea: \_\_\_\_\_

Índice de Desempeño Miocárdico Modificado de  
Tei: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_